

**PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK BERJENIS *POLYETHYLENE*  
*TEREPHTHALATE* (PET) DAN BATOK KELAPA SEBAGAI BAHAN  
BAKU *PAVING BLOCK***

Oleh :  
Komang Muliandre Utama

(Skripsi)



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2023**

## **ABSTRACT**

### **UTILIZATION OF POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) PLASTIC WASTE AND COCONUT WASTE AS PAVING BLOCK RAW MATERIALS**

**By**

**Komang Muliandre Utama**

*The total waste in 2021 from various types of waste in Indonesia alone reach 68.5 million tonnes. Based on these data, as much as 17 percent, or around 11.6 million tons, was contributed by plastic waste. Based on research conducted by Jenna R. Jambeck from the University of Georgia, plastic waste produced worldwide in 2010 reached 275 tons. This waste is wasted and pollutes the sea as much as 4.8-12.7 million tons. Indonesia alone has a coastal population of 187.2 million which annually produces 3.22 million tons of unmanaged plastic waste. Around 0.48-1.29 million tons of plastic waste is thought to have polluted the oceans. To overcome this, proper management of plastic waste is needed, one of which is by making paving blocks made from plastic waste.*

*This study aims to determine the characteristics of the various paving block compositions that comply with the D quality standard, which are used for garden pavements and other uses. This study uses a ratio of 1:1:1 for plastic, sand and oil. Then coconut shells were added to treatment P1 as much as 3% of the mold volume, P2 as much as 6% of the mold volume, P3 as much as 9% of the mold volume, and P4 as much as 12% of the paving block mold volume. Paving block standard SNI 03-0691-1996 quality D has the conditions that the maximum value obtained from the results of the compressive strength test is 10 Mpa and water absorption is 10%. Based on the results of the research that I did, it was found that the variation in treatment P1 was closest to the SNI 03-0691-1996 standard quality D, with a compressive strength test value of 5.84 MPa.*

**Keywords :** *Paving blocks, plastic, PET, coconut shells, waste.*

## ABSTRAK

### PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK BERJENIS *POLYETHYLENE TEREPHTHALATE* (PET) DAN BATOK KELAPA SEBAGAI BAHAN BAKU *PAVING BLOCK*

Oleh  
**Komang Muliandre Utama**

Total seluruh sampah pada tahun 2021 dari berbagai jenis sampah di Indonesia sendiri mencapai 68,5 juta ton. Berdasarkan data tersebut, sebanyak 17 persen, atau sekitar 11,6 juta ton, disumbang oleh sampah plastik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jenna R. Jambeck dari University of Georgia sampah plastik yang dihasilkan oleh seluruh dunia pada tahun 2010 mencapai 275 ton. Sampah tersebut terbuang dan mencemari laut sebanyak 4,8-12,7 juta ton. Indonesia sendiri memiliki populasi pesisir sebesar 187,2 juta yang setiap tahunnya menghasilkan sampah plastik yang tak terkelola dengan baik sebanyak 3,22 juta ton. Sekitar 0,48-1,29 juta ton dari sampah plastik tersebut diduga mencemari lautan, untuk mengatasi hal tersebut diperlukannya pengelolaan limbah plastik dengan baik salah satunya dengan pembuatan *paving block* berbahan limbah plastik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari berbagai komposisi *paving block* yang sesuai dengan standar mutu D, yang kegunaannya untuk perkerasan taman dan penggunaan lainnya. Penelitian ini menggunakan perbandingan 1:1:1 untuk plastik, pasir, dan oli. Kemudian ditambah batok kelapa pada perlakuan P1 sebanyak 3% dari volume cetakan, P2 sebanyak 6% dari volume cetakan, P3 sebanyak 9% dari volume cetakan, dan P4 sebanyak 12% dari volume cetakan *paving block*. *Paving block* standar SNI 03-0691-1996 mutu D mempunyai syarat yakni maksimal nilai yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan yakni 10 MPa dan resap air sebesar 10%. Berdasarkan hasil penelitian yang saya lakukan didapat variasi pada perlakuan P1 yang paling mendekati standar SNI 03-0691-1996 mutu D, dengan nilai pengujian kuat tekan sebesar 5,84 MPa.

**Kata kunci :** *Paving block*, plastik, PET, batok kelapa, limbah

**PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK BERJENIS *POLYETHYLENE  
TEREPHTHALATE* (PET) DAN BATOK KELAPA SEBAGAI BAHAN  
BAKU *PAVING BLOCK***

**Oleh :**

**Komang Muliandre Utama**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

**Sarjana Teknik**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian**

**Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**Fakultas Pertanian  
Universitas Lampung  
Bandar Lampung**

**2023**

Judul Skripsi : **Pemanfaatan Limbah Plastik Berjenis  
Polyethylene Terephthalate (PET) Dan Batok  
Kelapa Sebagai Bahan Baku Paving Block**

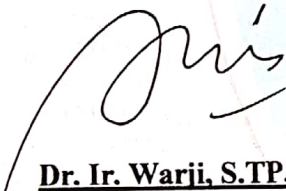
Nama Mahasiswa : **Komang Muliandre Utama**

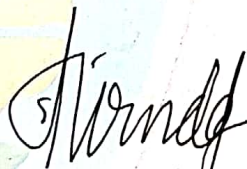
No. Pokok Mahasiswa : **1914071059**

Jurusan : **Teknik Pertanian**


Fakultas : **Pertanian**

**MENYETUJUI,**  
1. Komisi Pembimbing

  
**Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.**  
NIP. 197801022003121001

  
**Winda Rahmawati, S.TP., M.Si., M.Sc.**  
NIP. 198905202015042001

**MENGETAHUI,**  
2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

  
**Dr. Ir. Sandi Asmara, M. Si.**  
NIP. 196210101989021002

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.**



Sekretaris : **Winda Rahmawati, S.TP., M.Si., M.Sc.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



**ProL Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si.**  
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **25 Mei 2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya adalah **Komang Muliandre Utama NPM 1914071059**

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.** dan 2) **Winda Rahmawati, S.TP., M.Si., M.Sc.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 30 Mei 2023  
Yang membuat pernyataan



**Komang Muliandre Utama**  
NPM. 1914071059

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Lampung Timur pada tanggal 25 Juni 2000, sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Alm. Ketut Mundre dan Ibu Nyoman Munti. Pendidikan penulis diawali dari Taman Kanak-Kanak (TK) Al-Amin Braja Harjosari pada tahun 2005-2006, Sekolah Dasar Negeri (SDN) 2 Braja Harjosari, Lampung Timur pada tahun 2006-2013, Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 1 Way Jepara, Lampung Timur pada tahun 2013-2016, serta Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Way Jepara pada tahun 2016-2019. Penulis diterima di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur (SBMPTN).

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 Tahun 2022 pada bulan Januari-Februari tahun 2022 selama 40 hari di Desa Braja Asri, Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur. Penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) pada bulan Juni-Agustus tahun 2022 selama 30 hari kerja di UPTD Balai Benih dan Kebun Induk Provinsi Lampung, dengan judul laporan “Teknik Budidaya Tanaman Lada (*Piper Nigrum*) Pada UPTD Balai Benih Dan Kebun Induk Provinsi Lampung”.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di dalam Organisasi/Lembaga Kemahasiswaan internal kampus sebagai anggota bidang seni dan olahraga UKM Hindu Universitas Lampung periode 2020, kepala bidang kewirausahaan UKM Hindu Universitas Lampung periode 2021, anggota bidang dana dan usaha Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Fakultas Pertanian



Universitas Lampung periode 2021, kepala bidang dana dan usaha Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Fakultas Pertanian Universitas Lampung periode 2022. Selain itu penulis juga aktif di dalam Organisasi/Lembaga Kemahasiswaan external kampus sebagai anggota Pimpinan Cabang Kesatuan Mahasiswa Hindu Dharma Indonesia (PC KMHDI) Bandar Lampung periode 2019.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Om Swastyastu

Astungkara

Dengan segala kerendahan hati, kupersembahkan karya ini sebagai hadiah untuk orang terkasihku

Kepada Alm. Bapak Ketut Mundre dan Ibu Nyoman Munti terimakasih atas perjuangan dalam mengasihiku serta selalu mendoakan yang terbaik untuk keberhasilan dan kebahagiaanku

Kepada kakakku Wayan Muliastuti, dan Made Mulyaningsih terimakasih atas tunjangan, dukungan, dan semangat pada akhir masa-masa kuliahku. Terimakasih telah membawaku ke tempat yang indah

Kepada keluarga besarku terimakasih untuk telah memberikan support serta doa terbaik

Om Santi Santi Santi Om

## SANWACANA

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pemanfaatan Limbah Plastik Berjenis *Polyethylene Terephthalate (Pet)* dan Batok Kelapa Sebagai Bahan Baku *Paving Block*”**.

Dalam penyelesaian skripsi ini penulis banyak mendapat saran, motivasi, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak yang dapat memperlancar dalam proses penyelesaian skripsi ini dan juga sebagai pengalaman yang tidak dapat diukur secara materi, namun dapat membukakan mata penulis bahwa sesungguhnya pengalaman dan pengetahuan tersebut adalah guru yang terbaik bagi penulis. Oleh karena itu dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung
3. Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Pertama yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan ilmu, bimbingan, saran, arahan, motivasi, serta nasihat dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini. Penulis ucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya atas kebaikannya selama ini. Semoga bapak sehat selalu dan setiap langkah selalu dalam perlindungan Tuhan Yang Maha Esa.
4. Winda Rahmawati, S.TP., M.Si., M.Sc., selaku Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis selama

penyusunan skripsi ini serta membantu dalam memberikan kritik dan saran.  
Terimakasih atas ilmu serta kebaikan yang telah ibu berikan.

5. Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si., selaku Dosen Penguji Utama yang telah bersedia meluangkan waktu untuk kesediaannya dalam membahas serta memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Staff Karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
7. Kedua orang tua tercintaku Alm. Ketut Mundre dan Nyoman Munti, terimakasih atas doa, dukungan, cinta serta kasih dan sayang yang diberikan selama ini. Terimakasih atas semua perjuangan yang telah diberikan semoga ibu sehat selalu dan terkabul segala doa yang telah dipanjatkan.
8. Kakak-kakak, yang selalu memberikan doa, dukungan, nasihat, dan motivasi.
9. Keluarga Teknik Pertanian 2019 (ABIMATA AURA) yang telah memberikan bantuan, dukungan, motivasi dan kenangan indah selama penulis menjalani masa perkuliahan sampai dengan tahap penyelesaian skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.

Penulis menyadari skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta pengetahuan bagi yang membacanya.

Bandar Lampung, 30 Mei 2023  
Penulis,

Komang Muliandre Utama  
1914071059

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
ABSTRAK .....	iii
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.4 Hipotesis .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Beton .....	6
2.2 <i>Paving Block</i> dari Limbah .....	6
2.3 <i>Paving Block</i> .....	9
2.4 Limbah .....	14
2.5 Plastik PET ( <i>Polyethylene Terephthalate</i> ) .....	16
2.6 Batok Kelapa .....	18
2.7 Koefisien Gesek .....	20
2.8 Kerusakan Bahan ( <i>Failure</i> ) .....	22
2.8.1 Patah Ulet ( <i>Ductile fracture</i> ) .....	23
2.8.2 Patah Getas ( <i>Brittle fracture</i> ) .....	23
2.8.3 Patah Lelah ( <i>Fatigue fracture</i> ) .....	23
2.8.4 Retak Korosi Tegangan ( <i>Stress corrosion cracking</i> ) .....	23
2.8.5 <i>Mulur (Creep)</i> dan <i>Stress Rupture</i> .....	24
III. METODOLOGI PENELITIAN .....	25

3.1 Waktu dan Tempat .....	25
3.2 Alat dan Bahan .....	25
3.2.1 Alat .....	25
3.2.2 Bahan .....	25
3.3 Metodologi Penelitian .....	26
3.4 Rancangan Percobaan.....	28
3.5 Parameter Pengamatan .....	29
3.5.1 Pengujian Destructive .....	29
3.5.2 Pengujian <i>Non-destruktive</i> .....	31
3.6 Analisis Data .....	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	33
4.1 <i>Paving Block</i> .....	33
4.2 Pengamatan <i>Destructive</i> .....	34
4.2.1 Uji Kuat Tekan.....	34
4.2.2 Uji Koefisien Gesek.....	38
4.3 Pengamatan Non-Destructive .....	43
4.3.1 Uji Tampak .....	43
4.2.2 Uji Densitas .....	46
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran .....	51
DAFTAR PUSTAKA .....	52
LAMPIRAN.....	54

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Hal</b>
1. Sifat fisik <i>paving block</i> .....	10
2. Penggunaan <i>paving block</i> .....	10
3. Hasil pengujian kuat tekan <i>paving block</i> .....	12
4. Kekuatan <i>paving block</i> sesuai SNI 03-0691-1996 .....	14
5. Kandungan plastik jenis PET .....	17
6. Komponen batok kelapa.....	20
7. Perlakuan pada penelitian <i>paving block</i> .....	28
8. Rancangan percobaan <i>destructive</i> .....	28
9. Rancangan percobaan <i>non-destructive</i> .....	29
10. Hasil uji ANOVA kuat tekan .....	38
11. Hasil uji BNT <i>paving block</i> untuk uji kuat tekan.....	38
12. Hasil uji ANOVA koefisien gesek sudut 30 <sup>0</sup> .....	40
13. Hasil uji BNT <i>paving block</i> untuk uji koefisien gesek sudut 30 <sup>0</sup> .....	41
14. Hasil uji ANOVA koefisien gesek sudut 45 <sup>0</sup> .....	41
15. Hasil uji BNT <i>paving block</i> untuk uji koefisien gesek sudut 45 <sup>0</sup> .....	41
16. Hasil uji ANOVA koefisien gesek sudut 60 <sup>0</sup> .....	42
17. Hasil uji BNT <i>paving block</i> untuk uji koefisien gesek sudut 60 <sup>0</sup> .....	42
18. Hasil uji ANOVA densitas .....	49
19. Hasil uji BNT batok kelapa untuk pengujian densitas .....	49
20. Data awal <i>paving block</i> setelah 28 hari.....	55
21. Data uji kuat tekan .....	56
22. Data uji densitas .....	56
23. Data hasil pengujian koefisien gesek .....	57

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Hal</b>
1. Bentuk <i>paving block</i> .....	10
2. Pola pemasangan <i>paving block</i> .....	13
3. Grafik jumlah polusi sampah plastik .....	15
4. Jenis-jenis plastik .....	17
5. Batok kelapa yang sudah dihancurkan.....	19
6. Rumus koefisien gesek.....	22
7. Diaram alir penelitian.....	26
8. Tahapan pencetakan <i>paving block</i> plastik.....	27
9. Alat <i>compression streng machine</i> .....	30
10. Uji koefisien gesek.....	31
11. Penimbangan <i>paving block</i> .....	32
12. <i>Paving block</i> yang dihasilkan.....	33
13. Proses pengujian kuat tekan <i>paving block</i> . .....	35
14. Diagram hasil rata-rata pengujian kuat tekan.....	35
15. Diagram hasil koefisien gesek. ....	40
16. Hasil tampak <i>paving block</i> P1, P2, P3, dan P4. ....	43
17. Uji warna menggunakan RGB .....	45
18. Proses pengukuran <i>paving block</i> .....	46
19. Diagram hasil rata-rata uji densitas.....	46
20. Struktur <i>paving block</i> . ....	49
21. Standar SNI <i>paving block</i> .....	62
22. Alat-alat yang digunakan .....	63
23. Limbah plastik PET .....	63
24. Limbah batok kelapa .....	63
25. Cetakan <i>paving block</i> .....	64
26. Proses pembersihan batok kelapa dari sabut kelapa .....	64
27. Proses penghancuran batok kelapa.....	64
28. Penimbangan limbah plastik .....	65
29. Penimbangan pasir .....	65
30. Penimbangan batok kelapa.....	65
31. Pelelehan limbah plastik .....	66
32. Pengadukan limbah plastik .....	66
33. Pencampuran pasir .....	66
34. Pencetakan dan pencampuran limbah batok kelapa.....	67



35. Uji kuat tekan .....	67
36. Kondisi <i>paving block</i> setelah uji kuat tekan.....	67
37. Hasil <i>t grouping</i> pengujian kuat tekan .....	68
38. Hasil <i>t grouping</i> pengujian densitas .....	68
39. Hasil <i>t grouping</i> pengujian Koefisien gesek sudut $30^0$ .....	68
40. Hasil <i>t grouping</i> pengujian Koefisien gesek sudut $45^0$ .....	69
41. Hasil <i>t grouping</i> pengujian Koefisien gesek sudut $60^0$ .....	69

## I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Produksi sampah nasional menunjukkan tren yang terus meningkat seiring dengan terjadinya pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk. Salah satu jenis sampah yang menjadi perhatian adalah sampah plastik. Kontribusi sampah plastik terhadap total produksi sampah nasional mencapai 15% dengan pertumbuhan rata-rata mencapai 14,7% per tahun dan menempatkan sampah plastik sebagai kontributor terbesar kedua setelah sampah organik (Trihadiningrum et al, 2006). Studi di berbagai kota Indonesia menunjukkan kontribusi sampah plastik terhadap total sampah kota di Indonesia bervariasi antara lain Jakarta (14%), Surabaya (10,8%), Palangkaraya (15%). Persentase kontribusi sampah plastik di Indonesia tidak jauh berbeda dengan Malaysia (14%) dan Thailand (16%) namun lebih rendah dibandingkan Singapura (27,3%) (AOP, 2007). Namun secara riil, produksi sampah plastik di Indonesia sangat besar sebab secara total produksi sampah Indonesia mencapai 189 kilo ton/hari jauh lebih besar dibandingkan dengan negara-negara di Asia Tenggara (Kholidah dkk, 2018). Hal ini disebabkan jumlah penduduk Indonesia yang lebih besar dibandingkan dengan jumlah penduduk negara-negara di Asia Tenggara (Wahyudi et al, 2018).

*Paving block* pertama kali dipakai di Netherland setelah perang dunia ke II, yang dimana pada awalnya menggunakan bata sebagai bahan pekerasan di Netherland sebelum perang dunia ke II. Dikarenakan persediaan bata mulai menipis maka digunakan *paving block* sebagai pengganti bata untuk bahan pekerasan. Setelah dari perang dunia ke II penggunaan *paving block* hampir menyeluruh di jalanan Rotterdam. Penggunaan *paving block* dengan cepat menyebar hingga ke Jerman dan Eropa Barat sebagai bahan pekerasan trotoar untuk pejalan kaki maupun

untuk kendaraan beroda. Di Indonesia sendiri *paving block* mulai dikenal sejak tahun 1977 atau 1978 diawali dengan pemasangan *paving block* di jalan Thamrin dan untuk terminal bus kota di Pulogadung, proyek keduanya dimulai di Jakarta (Indah et al., 2019).

*Paving block* merupakan suatu campuran bahan bangunan yang terdiri dari semen sebagai bahan perekat, air, *agregat* halus dan *agregat* kasar yang mengeras. *Paving block* sendiri biasanya digunakan sebagai pelataran parkir, trotoar, jalan-jalan di perumahan dan gang-gang kecil. Banyak hal yang melatarbelakangi penggunaan *paving block* salah satunya ialah kemampuannya dalam menahan beban, dan umur penggunaannya yang relatif lama, selain itu penggunaan *paving block* dinilai lebih ekonomis daripada penggunaan perkerasan (*rigid*) beton bertulang. Produksi *paving block* sendiri terdapat 2 cara yang dapat digunakan yakni dengan cara manual dan dengan cara menggunakan mesin. Kedua cara tersebut menghasilkan *paving block* dengan karakteristik, dan mutu yang berbeda. *Paving block* konvensional telah banyak dikembangkan oleh masyarakat Indonesia, berbeda dengan *paving block* dari bahan limbah plastik atau *paving block* campuran, untuk *paving block* dari bahan baku limbah plastik sendiri masih awam bagi masyarakat Indonesia dan masih dalam tahapan pengembangan, guna mengurangi jumlah sampah plastik di Indonesia. Selain itu pemanfaatan limbah sebagai *paving block* juga dapat menekan biaya produksi *paving block* jika dibandingkan dengan biaya produksi *paving block* konvensional. *Paving block* konvensional merupakan *paving block* yang terbuat dari campuran antara semen, air, *agregat* kasar, dan pasir (Syukur et al, 2011).

*Eco-paving block* merupakan produk *conblock* yang terbuat dari sampah plastik jenis tertentu, secara spesifik jenis plastik PET dan PETE (*polyethylene terephthalate*). *Conblock* sendiri merupakan jenis material bangunan yang digunakan untuk perkerasan jalan, yang secara konvensional terbuat dari campuran beton dan memiliki dimensi teratur. Untuk pembuatan *eco-paving block*, pencampuran semen dan pasir untuk membuat beton diganti dengan pencampuran plastik tertentu dengan pasir dalam takaran tertentu. Penggunaan

sampah plastik untuk pembuatan *eco-paving block* dibank sampah Kecamatan Rawalumbu ini diharapkan dapat dijadikan salah satu sarana pemanfaatan sampah plastik di bank sampah. Dengan demikian, sampah yang ditimbulkan masyarakat setempat tidak perlu dibawa ke TPA secara konvensional. Sampah yang semula berpotensi merusak lingkungan jika tidak ditangani dapat membawa keuntungan ekonomi dan estetika, serta manfaat kebersihan bagi masyarakat setempat (Hasaya et al, 2021).

Selain *paving block* konvensional, saat ini juga telah dikembangkan *paving block* alternatif yang menggunakan bahan baku biomassa. Biomassa yang digunakan biasanya berasal dari limbah pertanian, salah satu limbah pertanian yang tersedia dalam jumlah besar ialah limbah dari pohon kelapa seperti batok kelapa. Pohon kelapa disini merupakan tanaman yang seluruh bagiannya dapat dimanfaatkan mulai dari akar, batang, buah, hingga daunnya sebagai obat tradisional, bahan masakan, dan kayu bakar. Pohon kelapa yang serbaguna ini, bila dilihat dari nilai jual yang semua bagian dari kelapa ini memiliki nilai jual yang tinggi meskipun dalam bentuk limbah. Limbah dari batok kelapa yang biasanya akan dibuang begitu saja oleh sebagian orang, tetapi ada juga masyarakat yang mengumpulkannya untuk dijual serta dimanfaatkan menjadi briket, gantungan kunci, dll. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Chereminisoff pada tahun 1978 mengatakan bahwa komposisi kimia tempurung kelapa terdiri dari Selulosa 26,60 %, Lignin 29,40 %, Pentosan 27,70%, Solvent ekstraktif 4,20%, Uronat anhidrid 3,50 %, Abu 0,62 %, Nitrogen 0,11 %, dan Air 8,01 %. Tempurung kelapa memiliki berat sekitar 15-19 % dari berat buah kelapa. Sedangkan di Sulawesi Utara menunjukkan bahwa berat tempurung kelapa adalah 17,78 % (Suhartana, 2006).

Penelitian *paving block* ini menggunakan kombinasi campuran bahan baku pembuatan *paving block*. Selain menggunakan limbah biomassa terdapat pula bahan utama dalam pembuatan *paving block* ini yakni menggunakan limbah plastik. Plastik merupakan salah satu bagian yang sulit untuk dihilangkan dari dunia ini. Terdapat berbagai macam jenis plastik yang dapat kita jumpai dengan

mudah dimana saja, seperti kantong plastik, bungkus makanan, dan botol minum atau gelas plastik yang hanya digunakan sekali pakai. Sampah plastik sendiri sulit untuk dimusnahkan, sampah plastik untuk dapat terurai dengan sendirinya dapat memakan waktu ratusan tahun. Oleh karena itu pada penelitian ini menggunakan limbah plastik. Limbah plastik yang digunakan pada penelitian ini berjenis limbah botol plastik dengan kode PET atau PETE. Plastik PET memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, dan tidak beracun. Plastik PET sendiri memiliki kekuatan tarik dan kekuatan impak yang sangat baik, begitu pula dengan ketahanan kimia, *clarity, processability*, kemampuan warna dan stabilitas termalnya (Irvan, 2016).

Penelitian tentang *paving block* ini merupakan sebuah inovasi yang menggunakan limbah organik dan limbah anorganik sebagai bahan baku pembuatan *paving block*. Fungsi dari *paving block* sendiri ialah sebagai pelapis atau pekeras permukaan tanah yang memiliki umur kegunaan yang lama. Pada penelitian ini menggunakan limbah organik yakni limbah batok kelapa sebagai bahan campuran pada pembuatan *paving block* yang bertujuan untuk memperkuat struktur pada *paving block*. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan limbah anorganik yang memanfaatkan limbah plastik dengan kode PET sebagai bahan utama atau bisa pada pembuatan *paving block*. Melalui penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan *paving block* mutu D sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Serta dapat mengetahui efektivitas dari pencampuran limbah biomassa dan limbah anorganik sebagai bahan baku pembuatan *paving block*. Selain itu, dari penelitian ini juga diharapkan mampu mengurangi jumlah limbah plastik yang tersedia dengan memanfaatkannya menjadi bahan baku pembuatan *paving block*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini ialah sebagai berikut :

Bagaimana pengaruh campuran limbah plastik dan limbah biomassa terhadap sifat fisik mekanik pada *paving block* ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Memanfaatkan limbah batok kelapa dan limbah plastik sebagai bahan pembuat *paving block*.
2. Menganalisa karakteristik *paving block* yang menggunakan bahan limbah plastik dan limbah batok kelapa.
3. Menganalisa campuran limbah batok kelapa dan limbah plastik sebagai bahan pembuat *paving block*.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Mengurangi dan memanfaatkan limbah batok kelapa dan limbah plastik sebagai bahan baku pembuatan *paving block*.
2. Membuat *paving block* dengan masa penggunaan yang lama dan memiliki kekuatan teknis yang baik.

### **1.4 Hipotesis**

Hipotesis dari penelitian ini ialah perbedaan komposisi bahan dengan penambahan limbah batok kelapa akan mempengaruhi kekuatan dan karakteristik fisik dan mekanik pada *paving block*.

### **1.5 Batasan Masalah**

Berdasarkan pada tujuan penelitian yang ingin dicapai dengan metode metode penelitian, memiliki batasan-batasan sebagai berikut :

1. *Paving block* menggunakan bahan baku limbah batok kelapa dan limbah plastik.
2. Pembuatan *paving block* mampu memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI)-03-0691-1996 mutu D.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Beton

Beton merupakan salah satu bahan bangunan. Pada umumnya beton terdiri dari kurang lebih 15% semen, 8% air, 3% udara, selebihnya pasir dan kerikil (Wuryanti dan Candra, 2001). Beton polos didapat dengan mencampurkan semen, agregat (*aggaregate*) halus, agregat kasar, air dan kadang-kadang campuran lain (Salmon et al, 1986). Kekuatan beton tergantung dari banyak faktor, proporsi dari campuran dan kondisi temperatur dan kelembaban dari tempat dimana campuran diletakan dan mengeras. Salah satu produk dari beton *precast* yaitu *conblock* atau *paving block*. Batu beton (*paving block*) atau *conblock* 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 yang tidak mengurangi mutu bata beton itu (Indah et al., 2019).

### 2.2 Paving Block dari Limbah

Umumnya *paving block* terbuat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya. *Paving block* dikenal juga dengan sebutan bata beton (*concrete block*) atau *cone blok*. *Paving block* banyak digunakan untuk perkerasan jalan seperti trotoar, areal parkir, jalanan pemukiman atau kompleks perumahan, taman, dan lain-lain. Kemudahan dalam hal pemasangan dan perawatan *paving block* serta memiliki variasi bentuk dan warna yang beragam sehingga *paving block* banyak disukai oleh konsumen. Penelitian mengenai penggunaan limbah plastik telah banyak dilakukan, guna menghasilkan *paving block* yang kuat dengan tinjauan kuat tekannya. Penggunaan limbah plastik (*polyethylene*) yang diolah menjadi agregat kasar dengan ukuran 10–15 mm, berpengaruh terhadap komposisi kimia bahan penyusun *paving block* terhadap kuat tekan dan daya serap airnya, dengan

variabel yang digunakan adalah kadar SiO<sub>2</sub> (80%; 85%; 90%; 95%; 100%), agregat plastik *polyethylene* (0%; 5%; 10%; 15%; 20%) dan waktu simpan (8 hari, 16 hari, 24 hari). *Paving block* dengan kuat tekan paling tinggi yaitu 101.27 kgf/cm<sup>2</sup> dan daya serap air paling rendah 4.60% dihasilkan dengan kadar SiO<sub>2</sub> 85%, *polietilen* 15% pada masa simpan 24 hari (Gardjito et al., 2018).

Pemanfaatan limbah plastik LDPE, digunakan untuk pembuatan *paving blok* beton digunakan sebagai pengganti agregat beton. *Paving blok* beton dibuat dari campuran bahan dengan komposisi semen: pasir : agregat kasar = 1:1,5:3. Kandungan limbah plastik sebagai agregat beton digunakan untuk menggantikan pasir dan jumlahnya divariasikan mulai dari 0, 10, 20, 30, 40 dan 50% dari kandungan pasir. Sebagai parameter uji adalah uji densitas dan uji kuat tekan akan ditentukan setelah masa *curing* 7, 14 dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan uji kuat tekan yang terbaik pada penambahan 10% limbah plastik yaitu 23,81 MPa sesuai dengan standar mutu B SNI 03- 0691-1996 (Dedi, et al. 2019).

Penelitian pemanfaatan limbah botol plastik sebagai bahan *eco plafie (economic plastic fiber) paving block* yang berkonsep ramah lingkungan dengan uji tekan, uji kejutan dan serapan air, yang menggunakan perbandingan semen dan pasir adalah 1 : 6 dan konsentrasi abu batu 30% dari berat semen dan penambahan serat plastik 0,25%, 0,50%, 0,75%, 1% dari volume dengan faktor air semen 0,50 diketahui bahwa penambahan serat plastik sebanyak (0,25-1,0)% pada adukan *paving block* dapat meningkatkan kuat tekan, dengan peningkatan kuat tekan maksimum pada penambahan serat plastik 0,5% yaitu sebesar 42,23% dan *paving* serat mampu menyerap energi 3,78 kali lebih baik dari *paving* normal pada penambahan serat plastik 0.5 %, namun terjadi penurunan daya serap air secara drastis dari (0 – 1) % dimana daya serap air maksimum pada *paving* normal sebesar 6,27 %, (Dedi, et al. 2019).

Temperatur dari pelelehan limbah plastik juga berpengaruh terhadap kuat tekan yang dihasilkan, dari bentuk blok yang dibuat adalah persegi empat, di mana temperatur yang paling optimal untuk pembuatan block dengan proses press pada



mesin yang dibuat adalah 1750°C, lama pemanasan 30 menit, dan tekanan cetakan 6,28 kPa. *Paving block* berbahan utama limbah plastik yang berjenis botol mineral, kantong plastik dan tutup botol. Limbah plastik dicuci dan dikeringkan terlebih dahulu kemudian dilelehkan didalam tungku, setelah semua limbah plastik meleleh kemudian dimasukkan dalam cetakan berukuran 11cm x 6sisi x 6cm. Hasil pengujian kuat tekan pada umur 17 hari *paving block* variasi 1 dengan rata-rata kuat tekan 7,92 MPa, variasi 2 = 7,92 MPa, variasi 3 = 9,43 MPa, variasi 4 = 4,66 MPa, variasi 5 = 8,37 MPa, variasi 6 = 9,79 MPa, variasi 7 = 6,68 MPa (Dedi, et al. 2019).

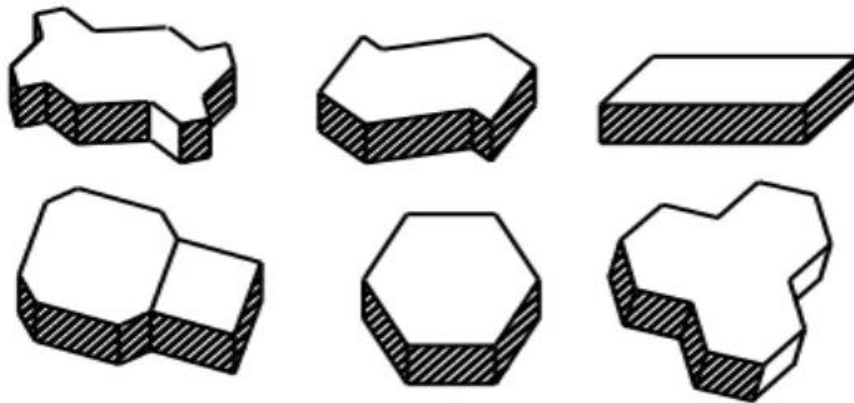
*Paving block* dengan variasi 1BM:1KP:4TB merupakan *paving block* yang memiliki nilai rata-rata kuat tekan terbaik dalam penelitian ini, termasuk dalam mutu D untuk nilai rata-rata kuat tekannya. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa produk *paving block* berbahan limbah plastik hanya dapat digunakan dihalaman rumah berdasarkan SNI 03-0691-1996. Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan *paving block* dengan memanfaatkan limbah plastik tipe PET (*polyethylene terephthalate*), dengan tujuan untuk mengetahui kuat tekan *paving block* plastik dengan penambahan pasir pada kadar persentase 0%, 25%, 50% dari volume *paving block* plastik(Dedi, et al. 2019).

Selain menggunakan limbah plastik penelitain ini juga menggunakan limbah tempurung kelapa. Limbah tempurung kelapa banyak dijumpai di berbagai macam tempat, seperti di pasar tradisional, industri rumahan olahan kuliner, dan tempat-tempat yang menjual untuk memenuhi kebutuhan konsumen sehari-hari, limbah tempurung kelapa belum sepenuhnya dimanfaatkan sebagai bahan yang bersifat ekonomis, bahkan sering digunakan sebagai tungku dapur atau dibiarkan menumpuk, hal itu jika dibiarkan akan menjadi polusi. Oleh karena itu dalam penelitian ini bertujuan untuk membuat komposisi campuran dan meningkatkan kuat tekan *paving block* dengan substitusi arang tempurung kelapa dari berat pasir yang digunakan. Penelitian ini diharapkan agar menghasilkan *paving block* yang berkualitas, mempunyai kemampuan daya serap air yang baik dan mampu menahan beban yang lebih baik (Sucahyo, et al, 2020).

Penelitian mengenai pengaruh penambahan tempurung kelapa terhadap *paving block* telah dilakukan sebelumnya dengan judul riset “Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan *Paving Block*” dengan prosentase 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat semen.. Hasil menunjukkan bahwa penambahan tempurung kelapa 0%, 5%, dan 15% memenuhi persyaratan kekuatan *paving block*, sedangkan dengan persentase 20% tidak memenuhi persyaratan kekuatan *paving block*. Dalam penelitian ini akan dilaksanakan penelitian mengenai pengaruh penambahan limbah tempurung kelapa dengan persentase 0%, 5%, 10%,15%, dan 20% terhadap berat pasir. Mutu *paving block* yang digunakan yaitu K-175. Proses pembuatan *paving block* dengan cara manual. Penelitian ini dilaksanakan untuk melanjutkan penelitian yang telah ada sebelumnya dengan persentase yang sama namun dari berat pasir dan pengaruhnya terhadap kuat tekan dan resapan air (Suchahyo, et al. 2020)

### **2.3 Paving Block**

*Paving block* merupakan bahan bangunan yang terbuat dari campuran beberapa bahan seperti semen, pasir, air, yang memiliki karakteristik hampir mendekati *mortar*. Bahan perkerasan *paving block* memiliki beberapa keunggulan diantaranya, sebagai berikut : yang pertama merupakan pembuatan *paving block* yang mudah sehingga dapat membuka peluang kerja bagi masyarakat. Lalu pemeliharaan *paving block* yang mudah. Kemudian *paving block* tahan terhadap beban dinamik, statis, dan kejutan yang tinggi. Lalu *paving block* cukup *fleksibel* untuk mengatasi perbedaan penurunan (*differential settlement*). Memiliki *durabilitas* yang baik. Kemudian jika ada kerusakan, untuk perbaikannya tidak perlu bahan tambahan yang banyak karena *paving block* merupakan bahan yang dapat dipakai kembali meskipun telah mengalami tahap pembongkaran (Syukur, et al, 2011).

Gambar 1. Bentuk *paving block*

Sifat fisik *paving block* atau bisa disebut sebagai batu cetak halaman harus memiliki kekuatan yang dapat kita lihat pada Tabel 1 di bawah ini

Tabel 1. Sifat fisik *paving block*

Mutu	Kekuatan (MPa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan kadar air rata-rata (%)
	Rata-Rata	Terendah	Rata-Rata	Terendah	
I	40	34,0	0,090	0,103	3
II	30	25,5	0,130	0,149	5
III	20	17,0	0,160	0,134	7

Pemasangan *paving block* dapat dibuat mozaik dengan kombinasi warna sesuai *estetika* yang dirancang, dapat berupa logo, tulisan dan batasan area parkir atau petunjuk arah pada suatu daerah pemukiman. Kombinasi antara pola bentuk, mutu, pemasangan, dan tebal. Penggunaan *paving block* dapat kita lihat pada Tabel 2, di bawah ini.

Tabel 2. Penggunaan *paving block*

No	Pengunaan	Kombinasi		
		Kelas	Tebal (mm)	Pola
1.	Trotoar dan Pertamanan	II	60	SB,AT,TI

2.	Tempat Parkir dan Garasi	II	60	SB,AT,TI
3.	Jalan Lingkungan	I/II	60/80	TI
4.	Terminal Bus	I	80	TI
5.	Container Yard, Taxy, Way	I	100	TI

---

(Syukur, et al, 2011).

Komposisi *paving block* sendiri terdiri dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan air yang mengeras dengan bentuk dan mutu yang sudah ditentukan. Semen merupakan senyawa atau zat pengikat hidrolis yang terdiri dari senyawa C-S-H (kalsium silikat hidrat) yang apabila bereaksi dengan air akan dapat mengikat bahan-bahan padat lainnya membentuk satu kesatuan yang kompak, padat dan keras. Fungsi semen adalah untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat (Amran, 2015).

Kemudian pasir merupakan salah satu jenis agregat yang dibutuhkan untuk bahan pembuatan *paving block* yang berukuran mulai dari 0,0625 hingga 2 mm, pasir disini berfungsi sebagai perekat semen. Air merupakan zat cair yang terdiri dari senyawa hidrogen (H<sub>2</sub>O) dan oksigen (O<sub>2</sub>) kemudian menjadi air murni yang memiliki rumus kimia H<sub>2</sub>O. Di dalam campuran beton, air mempunyai dua buah fungsi yaitu untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan pencetakan (Amran, 2015).

Pengujian kuat tekan *paving block* dilakukan dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine* dengan memberikan beban secara bertahap sampai benda uji hancur. Kuat tekan dihitung dengan persamaan. Adapun tahapan pengujian dapat dijabarkan sebagai berikut diantaranya studi pustaka, studi jurnal penelitian yang relevan, lalu menyiapkan alat, mempersiapkan beberapa peralatan, bahan dan mesin yang diperlukan dalam proses pengujian, membuat sampel

pengujian (*paving block* plastis), dan pengujian diantaranya mencatat data, mengumpulkan data, mengolah data, dan analisis data hasil penelitian/pengujian (Amran, 2015).

Hasil pengujian agregat digunakan sebagai dasar dalam perhitungan rencana campuran. Dalam penelitian ini agregat tidak merupakan variabel pembentuk beton karena hanya digunakan satu tipe agregat. Sedangkan serat plastik merupakan suatu variabel, karena persentase yang digunakan bervariasi yaitu: 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6% dan 0,8% dari berat semen. Pengujian yang dilakukan pada *paving block* berupa pengujian kuat tekan. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* dimaksudkan untuk mengetahui besarnya kekuatan tekan *paving block* yang diuji. Pengujian kuat tekan *paving block* pada umur 28 hari dimaksudkan untuk mencari konsentrasi penambahan serat plastis terhadap kuat tekan *paving block* yang optimum. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* pada berbagai variasi konsentrasi serat plastis dapat dilihat Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Hasil pengujian kuat tekan *paving block*

Variasi Pembahasan Serat Plastik	Kuat tekan rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )			
	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
0 %	107,76	113,05	128,16	137,76
0,2%	111,55	127,41	142,32	171,55
0,4%	125,23	144,38	159,30	185,23
0,6%	111,90	131,73	156,65	181,90
0,8%	104,92	124,37	144,82	174,92

(Amran, 2015).

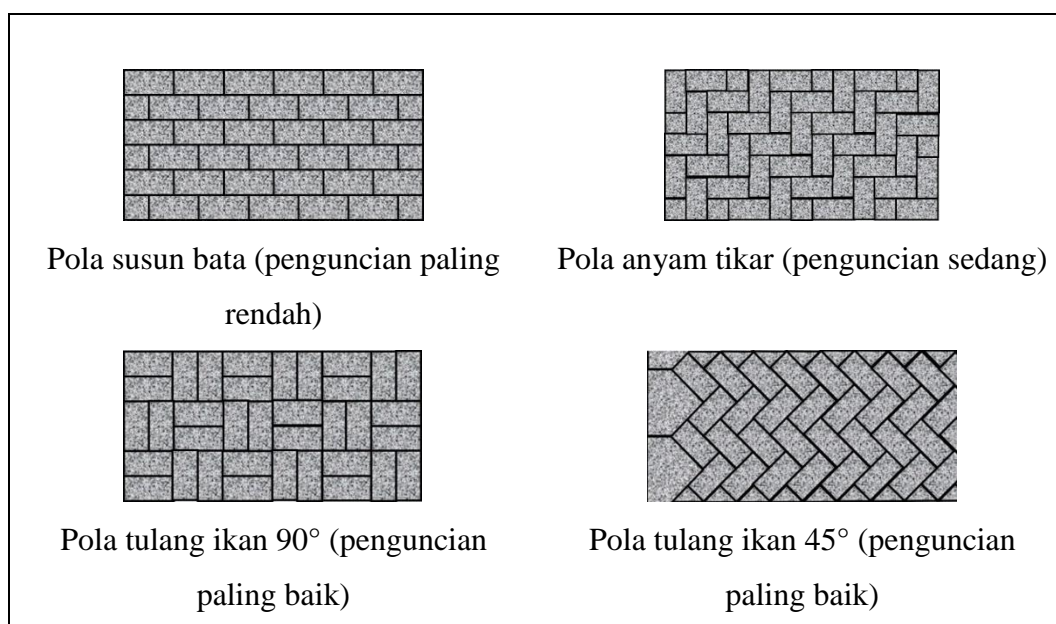
### Syarat Mutu *Paving Block*

Menurut SNI 03-0691-1996, *paving block* harus memenuhi persyaratan tentang bata beton ialah sebagai berikut :

1. Sifat tampak, bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan tangan kosong atau jari tangan.

2. Ukuran, bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi kurang lebih 8%.
3. Sifat fisik, bata beton harus mempunyai sifat-sifat fisik (Ragil, 2013).

Menurut *British Standart Institution 6717 part I 1986* tentang *Precast Concrete Paving Block*, persyaratan untuk *paving block* antara lain : *Paving block* sebaiknya mempunyai ketebalan tidak kurang dari 60 mm. lalu ketebalan *paving block* yang baik yaitu antara 60 mm, 65 mm, 80 mm, dan 100 mm. Selanjutnya *paving block* dengan bentuk persegi panjang sebaiknya mempunyai panjang 200 mm dan lebar 100mm. Kemudian lebar tali air yang terdapat pada badan *paving block* sebaiknya tidak lebih dari 7 mm. Lalu untuk toleransi dimensi pada *paving block* yang diijinkan yaitu: memiliki lebar kurang lebih 2mm, kemudian panjang kurang lebih 2mm, dan ketebal kurang lebih 3mm (Ragil, 2013).



Gambar 2. Pola pemasangan *paving block*

Sedangkan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0691-1996 yang dimaksud dengan *paving block* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat hidrolisis sejenisnya, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton. Bata beton dapat berwarna seperti aslinya atau dapat diberi zat

pewarna pada komposisinya dan digunakan untuk halaman baik untuk diluar maupun didalam bangunan. Kekuatan *paving block* menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0691-1996 dapat kita lihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kekuatan *paving block* sesuai SNI 03-0691-1996

Mutu	Kuat Tekan (Mpa)		Peruntukan
	Rata-rata	Batas minimal	
A	40	35	Jalan
B	20	17,0	Parkir
C	15	12,5	Pejalan kaki
D	10	8,5	Taman

(Ragil, 2013).

## 2.4 Limbah

Tahun 2021 jumlah seluruh sampah dari berbagai jenis sampah di Indonesia sendiri mencapai 68,5 juta ton. Berdasarkan data tersebut, sebanyak 17 persen, atau sekitar 11,6 juta ton, disumbang oleh sampah plastik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jenna R. Jambeck dari University of Georgia pada tahun 2010 ada 275 ton sampah plastik yang dihasilkan seluruh dunia. Sekitar 4,8-12,7 juta ton diantaranya terbuang dan mencemari laut. Indonesia sendiri memiliki populasi pesisir sebesar 187,2 juta yang setiap tahunnya menghasilkan 3,22 juta ton sampah plastik yang tak terkelola dengan baik. Sekitar 0,48-1,29 juta ton dari sampah plastik tersebut diduga mencemari lautan. Berdasarkan data tersebut mengatakan bahwa Indonesia merupakan negara kedua dengan jumlah pencemaran sampah plastik kelaut terbanyak, dengan negara Cina memimpin di urutan pertama sebagai negara pencemar sampah plastik ke laut dengan produksi sampah sekitar 1,23-3,53 juta ton/tahun (Intan et al., 2019).

Menurut Wagner (2017) memperkirakan masyarakat dunia membuang 5 triliun sampah kantong plastik setiap tahunnya. Padahal, secara rata-rata, kita hanya menggunakan kantong plastik selama 12 menit sebelum dibuang. Di Indonesia, kantong plastik juga masih jadi barang konsumsi sehari-hari. Data dari *Making*

*Oceans Plastic Free* (2017) menyatakan rata-rata ada 182,7 miliar kantong plastik digunakan di Indonesia setiap tahunnya. Dari jumlah tersebut, bobot total sampah kantong plastik di Indonesia mencapai 1.278.900 ton per tahunnya. Jika rata-rata berat badan seseorang 60 kg, maka berat sampah kantong plastik per tahunnya di Indonesia sama dengan berat badan 21.315.000 orang. Masih dari data yang sama, dikatakan bahwa sampah kantong plastik menyumbang setidaknya 40 persen dari keseluruhan limbah plastik di Indonesia. Per tahunnya, 511.560 ton kantong plastik yang digunakan masyarakat Indonesia berakhir ke lautan (Intan et al., 2019).

### Jumlah Polusi Laut atas Sampah Plastik (juta ton/tahun)

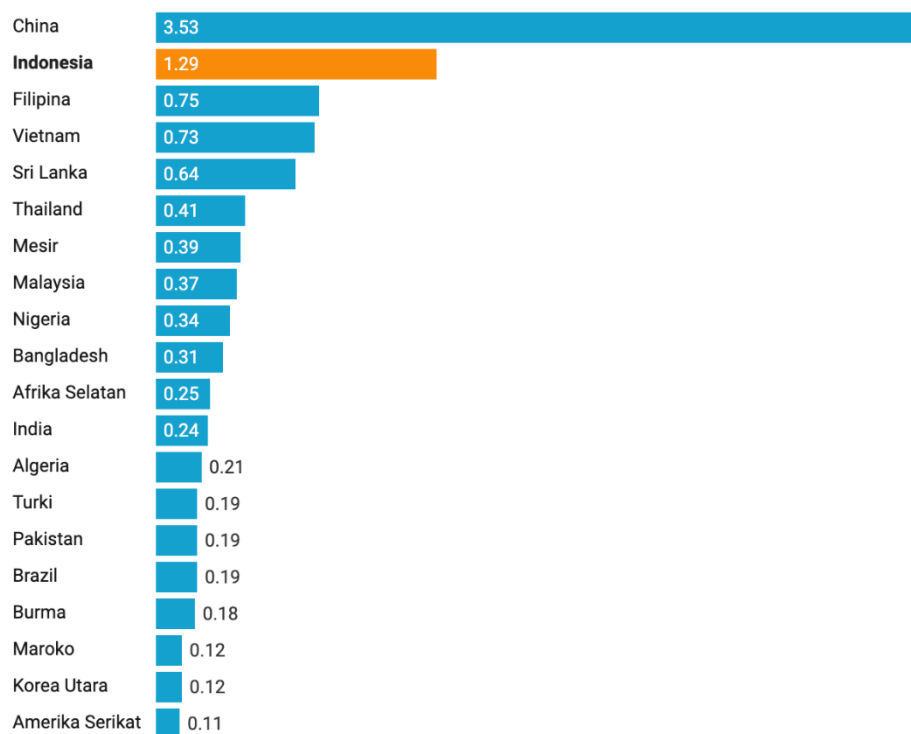


Chart: Taufan Adharsyah • Source: Jenna Jambeck, 2015

Gambar 3. Grafik jumlah polusi sampah plastik

Sebagian besar produk plastik yang telah dibuat baik dalam skala kecil hingga skala industri dan yang paling banyak beredar di pasaran saat ini merupakan *polimer sintesis* yang berasal dari sumber daya alam yang tidak terbarukan, sulit terurai bahkan mengalami *biodegradasi* (penguraian) mencapai 100 hingga 500

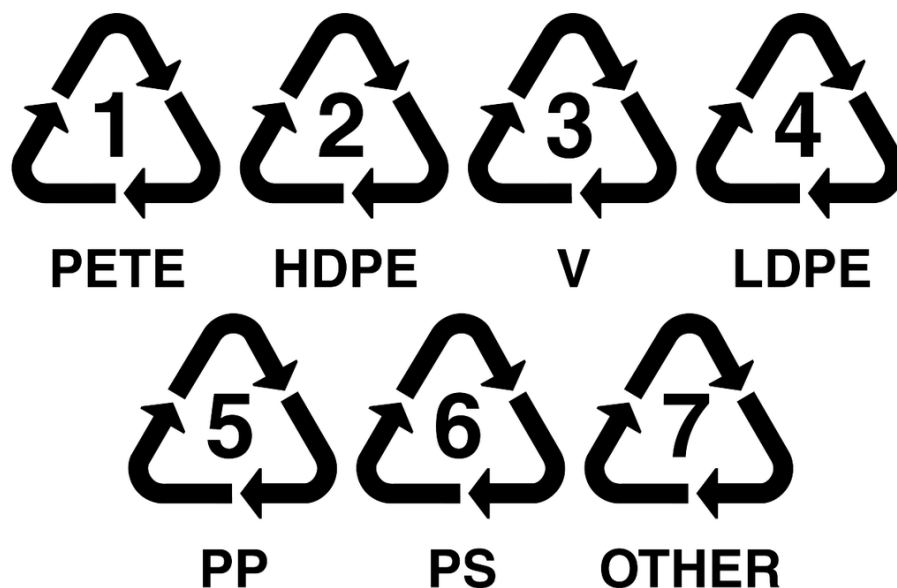


tahun. Kemudian untuk botol dan gelas plastik baru dapat terurai dalam waktu 450 tahun. Melansir dari WWF Australia, energi yang digunakan untuk memproduksi dan mengangkut botol plastik dapat mengisi bahan bakar 1,5 juta mobil selama setahun (Intan et al., 2019).

## **2.5 Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*)**

Plastik adalah salah satu jenis *makromolekul* yang dibentuk dengan proses *polimerisasi*. *Polimerisasi* adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (*monomer*) melalui proses kimia menjadi molekul besar (*makromolekul* atau *polimer*). Plastik merupakan senyawa *polimer* yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen yang digunakan untuk membuat plastik, salah satu bahan baku yang sering digunakan adalah *Naphta*, yaitu bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam. Sebagai gambaran, untuk membuat 1 kg plastik memerlukan 1,75 kg minyak bumi, untuk memenuhi kebutuhan bahan bakunya maupun kebutuhan energi prosesnya (Haqqi, 2020).

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *thermoplastik* dan *termosetting*. *Thermoplastik* adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan *thermosetting* adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan (UNEP, 2009). Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, *thermoplastik* adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis-jenis plastik yang paling sering diolah adalah *polyethylena* (PE), *polypropylene* (PP), *polistirena* (PS), *polyethylene terephthalate* (PET) dan *polyvinyl chloride* (PVC). Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi. Nomor kode plastik akan tercantum pada produk-produk berbahan plastik (Irvan, 2016).



Gambar 4. Jenis-jenis plastik

PET (*Polyethylene Terephthalate*) merupakan plastik jenis *termoplastik*. Plastik ini memiliki karakteristik jernih, kuat, kaku, tidak beracun, dan daya serap air rendah. PET digunakan sebagai botol plastik untuk menyimpan cairan seperti minuman bersoda, air mineral, jus, minyak. PET bisa didaur ulang menjadi karpet, jaket, bahan kain/tekstil, dan tempat penyimpanan makanan (Haqqi, 2020).

Tabel 5. Kandungan plastik jenis PET

<i>Property</i>	<i>Result</i>
<i>Chemical formula</i>	(C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub> )
<i>Density</i>	1.38 g/cm (20°C)
<i>Melting point</i>	>250°C, 260°C
<i>Boiling point</i>	>350°C ( <i>decomposes</i> )

Penelitian ini menggunakan limbah plastik sebagai bahan utama dalam pembuatan *paving block*. Oleh karena itu limbah plastik yang akan digunakan terlebih dahulu harus dilakukan peleburan atau pelelehan. Tahapan pelelehan plastik terlebih dahulu panaskan panci hingga mencapai suhu 100°C, setelah itu masukkan oli lalu

tunggu hingga oli tersebut mencapai suhu 200°C, selanjutnya masukkan limbah plastik ke dalam panci. Jika limbah plastik sudah meleleh kemudian dimasukkan pasir dengan takaran 1:1 lalu diaduk hingga homogen. Jika adonan sampah telah homogen maka selanjutnya dapat dicampurkan dengan limbah batok kelapa dengan konsentrasi yang telah ditentukan. Selanjutnya masukkan adonan sampah yang telah dicampur tersebut kedalam cetakan *paving block* lalu diratakan dengan menggunakan sendok semen. Setelah diratakan tahap selanjutnya ialah *press*, adonan di *press* kedalam cetakan yang telah disediakan, dan disiram dengan air guna mengurangi suhu panas pada *paving block*. Setelah selesai *dipress* selanjutnya *paving block* berserta cetakannya dimasukan ke dalam air. Selanjutnya diamkan *paving block* yang telah *dipress*, lalu dilepas dari cetakan. Maka terciptalah *paving block* yang siap digunakan, serta jadilah sebuah *paving block* plastik yang kuat (Hadi, 2018).

## 2.6 Batok Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera*) memiliki peran strategis bagi masyarakat Indonesia, bahkan termasuk komoditas sosial, mengingat produknya salah satu dari sembilan bahan pokok masyarakat. Peran strategis ini terlihat total luas areal perkebunan kelapa di Indonesia mencapai 3,712 juta hektar (31,4%) dan 12% merupakan luas areal perkebunan kelapa terbesar di dunia (97,97% perkebunan rakyat). Produksi kelapa Indonesia per tahun yakni sebesar 12,915 milyar butir atau 24,4% produksi dunia. Tempurung kelapa memiliki kadar air mencapai kurang lebih 8% jika dihitung berdasarkan berat kering atau setara dengan 12% berat per butir kelapa. Limbah berupa tempurung kelapa (batok), bila diproses dengan teknik pembuatan arang, asapnya akan menjadi bahan baku pengawet makanan (cairan seperti tar) dan tempurungnya berubah menjadi arang aktif. Cairan seperti tar melalui *destilasi* tahap II, sehingga warna cairan tersebut menjadi bening dan disebut asap cair atau *liquid smoke*. Kedua hasil samping ini diperlukan industri lain yakni industri makanan dan farmasi. Potensi bahan baku pengawet asap cair (*liquid smoke*) pada realitanya lebih tersedia, karena tempurung kelapa mudah diperoleh baik di pedesaan maupun di 14 perkotaan, limbah tempurung kelapa bisa dijadikan asap cair karena mengandung senyawa organik (Sucahyo, et al, 2020).

Beberapa karakteristik yang dimiliki oleh batok kelapa adalah sebagai berikut: Batok kelapa memiliki sifat yang keras karena memiliki serat pada strukturnya. Hal ini yang mengakibatkan batok kelapa dipotong secara manual atau menggunakan alat bantu seperti mesin pemotong. Batok kelapa memiliki ketebalan yang tidak merata sehingga dalam proses pembentukan harus memiliki keahlian dan ketelitian karena sangat mempengaruhi dari bentuk yang dihasilkan. Batok kelapa memiliki motif yang khas yang terbentuk dari garis urat serabut. Motif yang khas ini dapat memberikan nilai estetika tersendiri. Batok kelapa memiliki kekuatan yang baik tidak mudah pecah apabila terjatuh. Batok kelapa tahan terhadap air karena memiliki pori-pori yang sangat rapat. Sehingga batok kelapa dapat menahan air (Hermita, 2019.).



Gambar 5. Batok kelapa yang sudah dihancurkan.

Batok kelapa atau bisa juga disebut dengan istilah tempurung kelapa ini terletak di bagian dalam buah kelapa setelah sabut kelapa. Batok kelapa adalah lapisan paling keras pada buah kelapa dengan ketebalan berkisar antara 3mm sampai 5mm. Sifat keras pada batok kelapa ini disebabkan oleh banyaknya kandungan *Silikat* ( $\text{SiO}_2$ ) yang terdapat didalam batok kelapa. Dari berat total buah kelapa, 15% sampai 19% merupakan berat dari batok kelapanya. Selain itu didalam batok kelapa juga terdapat kandungan *lignin*. Kemudian kandungan *methoxyl* didalam batok kelapa hampir sama dengan yang terkandung dalam kayu. Umumnya nilai kalor yang terdapat dalam tempurung kelapa berkisar antara 18200 sampai 19388,05 KJ/Kg (Agnes, et al. 2018)

Kandungan kimia dalam batok kelapa ialah *selulosa*, *hemiselulosa*, *lignin*, dan abu dengan komposisi masing-masing yang dapat kita lihat pada Tabel 7, di bawah.

Tabel 6. Komponen batok kelapa

Komponen	Presentase (%)
<i>Selulosa</i>	26,60
<i>Lignin</i>	29,40
<i>Hemiselulosa</i>	27,70
Abu	0,60
Air	8,00
<i>Nitrogen</i>	0,10

(Suhartana, 2006).

*Hemiselulosa* merupakan jenis *polisakarida* dengan berat molekul kecil berantai pendek dibanding dengan *selulosa* dan banyak dijumpai pada kayu lunak.

*Hemiselulosa* disusun oleh *pentosa* ( $C_5H_8O_4$ ) dan *heksosa* ( $C_6H_{10}O_5$ ). *Pentosan* banyak terdapat pada kayu keras, sedangkan *heksosan* terdapat pada kayu lunak.

*Pentosan* yang mengalami *pirolisis* menghasilkan *furfural*, *furan*, dan turunannya serta asam *karboksilat*. *Heksosan* terdiri dari *mannan* dan *galakton* dengan unit dasar *mannosa* dan *galaktosa*, apabila mengalami *pirolisis* menghasilkan asam *asetat* dan *homolognya*. *Hemiselulosa* tempurung kelapa juga mengandung *selulosa* dan *lignin*. Hasil *pirolisis selulosa* adalah asam *asetat* dan *fenol*.

Sedangkan *pirolisis lignin* menghasilkan aroma yang berperan dalam produk pengasapan. Senyawa aroma yang dimaksud adalah *fenol* dan *eterfenolik* seperti *guaikol* (*2-metoksi fenol*), *syringol* (*1,6-dimetoksi fenol*) dan *derivatnya* (Agnes, et al, 2018).

## 2.7 Koefisien Gesek

Gesekan atau *friction* adalah bentuk dari hilangnya energi yang terjadi di antara dua permukaan yang saling kontak dan bergerak relatif, dan sering dinyatakan sebagai gaya yang melawan. Gesekan diuraikan dengan koefisien gesek ( $\mu$ ).

Koefisien gesek adalah suatu fungsi area kontak antara dua permukaan, sifat dan

kekuatan yang saling mempengaruhi. Gesekan juga dipengaruhi oleh beban dan kondisi permukaan. Topografi permukaan suatu material sebenarnya jika dilihat secara mikro adalah tidak rata. Koefisien gesek antara permukaan secara normal meningkat dengan meningkatnya temperatur dan menurunnya beban. Hilangnya energi pada gesekan dapat mendorong ke arah meningkatnya temperatur atau deformasi kontak area. Pada hampir semua kasus koefisien gesek rendah akan mendorong ke arah menurunnya laju keausan. *The Laws of Friction* (Hukum Amonton):

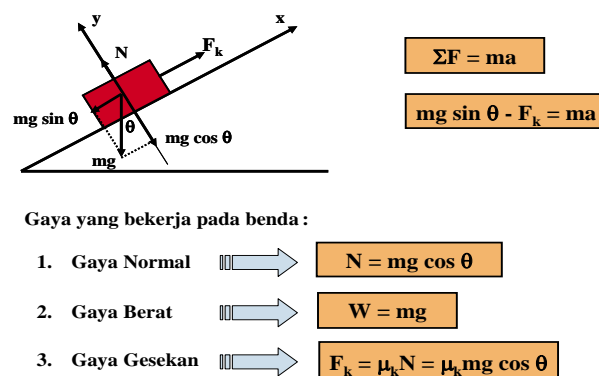
1. Gaya gesek (*tangential*) secara langsung sebanding gaya normal.
2. Gaya gesek tidak tergantung kontak area.
3. Gesekan kinetis tidak tergantung kecepatan meluncur.

Gesekan dipengaruhi oleh:

1. Adanya partikel keausan (*wear*) dan partikel dari luar pada arena luncur (*sliding interface*).
2. Kekerasan relatif material pada daerah kontak.
3. Gaya luar dan perpindahan sistem.
4. Kondisi lingkungan dan suhu pelumasan.
5. Topografi permukaan.
6. Struktur mikro dan morfologi dari material.
7. Kinematik dari permukaan kontak.

Teori dasar yang digunakan ialah hukum *newton* I “Sebuah benda yang diam akan tetap diam, dan benda yang bergerak lurus beraturan akan tetap bergerak lurus beraturan, jika resultan gaya yang bekerja pada benda nol”. Hukum *Newton* II “ Besar percepatan yang timbul pada sebuah benda karena pengaruh suatu gaya eksternal yang bekerja pada benda, besarnya berbanding lurus dengan besar gaya dan berbanding terbalik dengan massa benda”. Hukum *Newton* III ” Jika Sebuah gaya bekerja pada sebuah benda, benda tersebut akan mengerjakan gaya pada anda yang sama besarnya tetapi dengan arah yang berlawanan. Kedua gaya tersebut dinamakan gaya aksi-reaksi”.

Gaya berat ( $W$ ) adalah gaya gravitasi bumi yang bekerja pada suatu benda. Gaya berat selalu tegak lurus ke bawah dimana pun posisi benda diletakkan, apakah dibidang horizontal, vertical ataupun bidang miring. Sedangkan gaya normal ( $N$ ) adalah gaya yang bekerja pada bidang sentuh antara dua permukaan yang bersentuhan, dan arahnya selalu tegak lurus bidang sentuh. Sebuah balok diletakkan di atas lantai. Balok memberikan gaya pada lantai sebesar gaya beratnya  $W$ . Balok tidak melesak ke dalam lantai karena lantai memberikan gaya reaksi yang sama besar dengan gaya berat  $W$ . Gaya reaksi ini sering disebut gaya normal ( $N$ ) yang arahnya tegak lurus permukaan lantai (Rommel, 2007).



Gambar 6. Rumus koefisien gesek

## 2.8 Kerusakan Bahan (*Failure*)

*Failure Analysis* (Analisa Kegagalan) merupakan suatu tindakan yang dilakukan untuk menganalisa penyebab kerusakan secara detail pada peralatan dan perlengkapan instalasi pabrik. Beberapa jenis *failure* pada material yang sering ditemukan berupa retakan, patahan dan juga korosi. Ada banyak faktor penyebab terjadinya kerusakan seperti pada saat proses perakitan, kesalahan dalam pengoperasian mesin atau alat, terjadinya kegagalan pada tahap *manufacturing*, dan lainnya. Dengan begitu dibutuhkan suatu tindakan deteksi kerusakan agar proses industri dapat berjalan dengan lancar (Rommel, 2007).

Ciri atau tanda awal suatu komponen mengalami kegagalan adalah timbulnya retakan dan patahan yang menjalar ke beberapa bagian sehingga menyebabkan cacat material. Berikut ini jenis-jenis patahan dan retakan:

### **2.8.1 Patah Ulet (*Ductile fracture*)**

Patah ulet disebabkan beban statis pada komponen atau material. Jika beban tersebut dihilangkan maka rambatan patahan akan berhenti. Kondisi patah ulet biasanya ditandai dengan *deformasi plastis* yang besar di area patahan sehingga bagian permukaan yang patah akan terlihat kasar, berserabut dan berwarna kelabu.

### **2.8.2 Patah Getas (*Brittle fracture*)**

Patah getas ini memiliki ciri rambatan retak yang lebih cepat jika dibandingkan dengan retak akibat patah ulet. Selain itu, bisa dibilang hampir tidak ada *deformasi plastis* karena penyerapan energinya sangat sedikit. Ciri lainnya, permukaan pada patahan komponen atau material terlihat lebih mengkilap dan rata sehingga bisa dilihat dengan jelas secara kasat mata. Jenis patah getas dilihat berdasarkan batas butir. Jika batas butirnya diikuti bidang patahan pada material mengikuti batas butir disebut *getas intergranular*. Namun, jika patahannya memotong batas butir maka disebut patah getas *transgranular*.

### **2.8.3 Patah Lelah (*Fatigue fracture*)**

Kondisi patah lelah dapat terjadi ketika suatu konstruksi menerima beban yang berulang walaupun harga tegangan nominalnya dibawah kekuatan luluh material. Ketika komponen struktur mengalami pemusatan tegangan (*stress concentration*) yaitu suatu kondisi ketika tegangan di lokasi struktur melewati batas luluh material sehingga terjadi *deformasi plastis* dalam *skala makroskopis*. Dari lokasi terjadinya pemusatan tegangan maka akan muncul retakan lelah (*crack initiation*) dan terus mengalami perambatan retak (*Crack Propagation*). Jika retak lelah ini terus merambat jauh hingga bagian luas penampang tidak dapat menampung beban maka komponen akan mengalami patah. Kondisi ini disebut patah akhir (*Final Fracture*).

### **2.8.4 Retak Korosi Tegangan (*Stess corrosion cracking*)**

Keretakan ini terjadi pada bagian komponen atau material struktur yang sudah mengalami karat. Secara definisi, retak korosi tegangan merupakan kombinasi tegangan tarik yang dipengaruhi lingkungan yang memiliki kandungan ion



ataupun larutan kimia. Retakan ini memang tidak dapat dilihat dengan jelas secara kasat mata maka dari itu dibutuhkan alat seperti mikroskop untuk menganalisa kerteakannya.

### **2.8.5 *Mulur (Creep) dan Stress Rupture***

Peristiwa mulur pada konstruksi terlihat dengan adanya *deformasi plastis* yang besar. Kondisi *mulur* ini bisa terjadi jika material berada pada suhu yang tinggi di atas  $0,4^{\circ}$  atau  $0,5^{\circ}$  kelvin pada titik cair material yang digunakan. Sedangkan kondisi *stress rupture* ditandai dengan adanya retak *intergranular* yang berada di sekitar lokasi patahan (Rommel, 2007).

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan bulan Maret 2023 di Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung; Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan ialah sebagai berikut :

##### 3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Timbangan sebagai alat ukur berat batok kelapa dan plastik.
2. Cetakan *paving* sebagai alat pencetak *paving block*.
3. Sendok semen sebagai alat pengaduk pada saat pembuatan adonan.
4. Palu sebagai alat penghancur batok kelapa.
5. Gunting sebagai alat untuk memperkecil plastik.
6. Panci tempat adonan *paving*.
7. Penggaris sebagai alat ukur tinggi, lebar, dan sisi-sisi *paving block*.
8. Alat *proving ring* sebagai alat untuk menguji daya tekan *paving block* yang sudah di cetak.
9. Alat tulis sebagai alat untuk mencatat selama penelitian.
10. Papan untuk uji koefisien gesek.

##### 3.2.2 Bahan

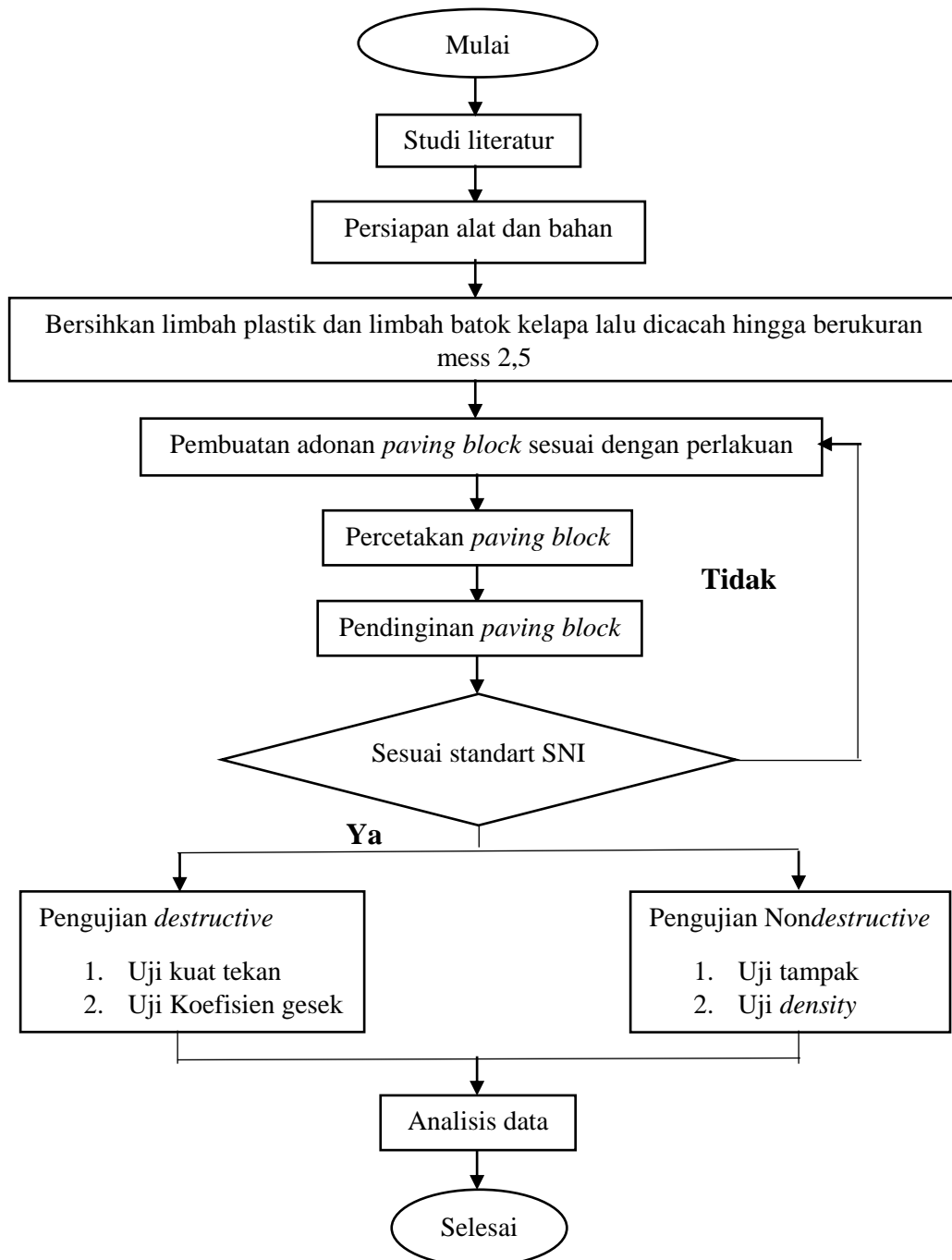
Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Batok kelapa sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving block*.
2. Plastik sebagai bahan utama dalam pembuatan *paving block*.

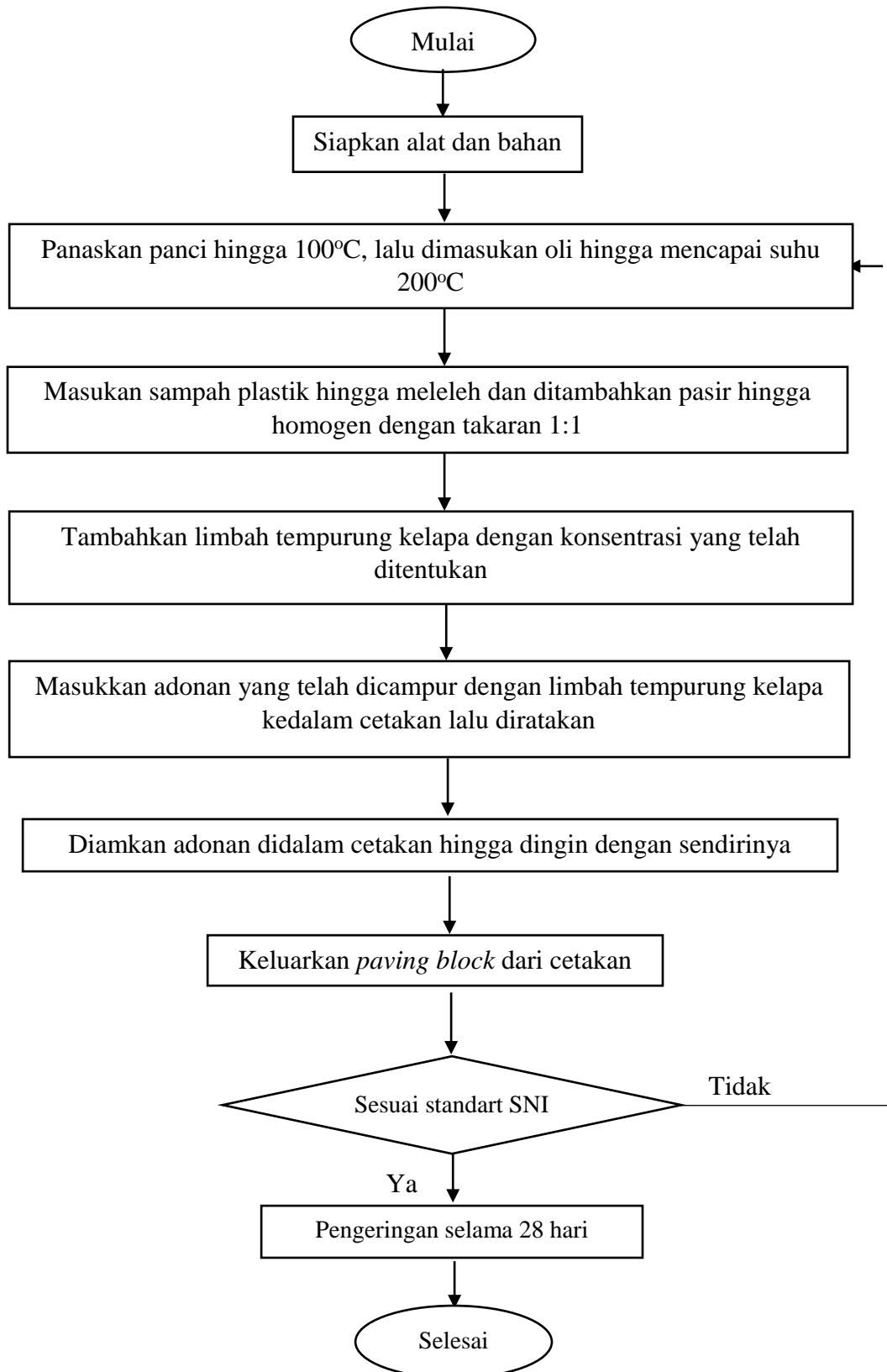
3. Pasir sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving block*.
4. Oli sebagai media pembantu pelelehan plastik

### 3.3 Metodologi Penelitian

Proses pembuatan *paving block* dari limbah batok kelapa dan limbah plastik ialah sebagai berikut.



Gambar 7. Diaram alir penelitian



Gambar 8. Tahapan pencetakan *paving block* plastik

### 3.4 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dalam penelitian ini terdiri dari *destructive* dan *non-destructive*. Masing-masing rancangan percobaan terdiri dari 4 perlakuan yaitu P1, P2, P3, dan P4 dengan 5 kali pengulangan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), sehingga dalam penelitian ini akan membutuhkan 20 sampel *paving* untuk uji *destructive*, dan 20 sampel *paving* untuk uji *non-destructive*. Dalam pembuatan *paving block* dengan bahan plastik dan tanpa bahan tambahan limbah batok kelapa ini untuk 1 *paving block* membutuhkan plastik sebanyak 1-1,2kg.

Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

Tabel 7. Perlakuan pada penelitian *paving block*.

No.	Perlakuan	Batok Kelapa (%)
1.	1 (P1)	3
2.	2 (P2)	6
3.	3 (P3)	9
4.	4 (P4)	12

Perlakuan dalam penelitian ini menggunakan limbah plastik dan limbah batok kelapa. Dimana P merupakan campuran dari limbah plastik dan limbah batok kelapa. Dengan menggunakan perlakuan seperti tabel diatas dan dengan cetakan *paving block* berbentuk balok atau persegi panjang.

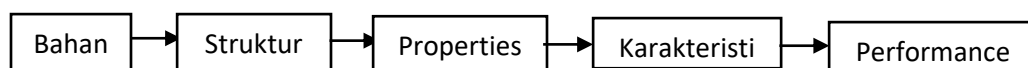
Tabel 8. Rancangan percobaan *destructive*

PERLAKUAN	ULANGAN				
	1	2	3	4	5
<b>P1</b>	P1U1	P1U2	P1U3	P1U4	P1U5
<b>P2</b>	P2U1	P2U2	P2U3	P2U4	P2U5
<b>P3</b>	P3U1	P3U2	P3U3	P3U4	P3U5
<b>P4</b>	P4U1	P4U2	P4U3	P4U4	P4U5

Tabel 9. Rancangan percobaan *non-destructive*

PERLAKUAN	ULANGAN				
	1	2	3	4	5
<b>P1</b>	P1U1	P1U2	P1U3	P1U4	P1U5
<b>P2</b>	P2U1	P2U2	P2U3	P2U4	P2U5
<b>P3</b>	P3U1	P3U2	P3U3	P3U4	P3U5
<b>P4</b>	P4U1	P4U2	P4U3	P4U4	P4U5

### 3.5 Performance *Paving Block*



1. Bahan yang akan digunakan :plastik, oli, batok kelapa, pasir.
2. Struktur yang digunakan : pencampuran plastik, oli dan pasir dengan perbandingan 1:1:1.
3. Properties : nilai kuat tekan yang diharapkan minimal 8,25 – 10 Mpa, kemudian daya serap air 10 %.
4. Karakteristik *paving block* yang dihasilkan : *paving block* tidak menyerap air, *paving block* memenuhi standar SNI untuk *paving block* mutu D.
5. Performance yang diharapkan ialah menghasilkan *paving block* yang cocok digunakan dilahan yang kering.

### 3.6 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan keberhasilan dilakukan terhadap *paving block*, produk diamati dan diuji apakah sesuai atau tidak sesuai dengan standar mutu *paving block*.

#### 3.5.1 Pengujian *Destructive*

##### 3.5.1.1 Uji Kuat Tekan

Pada pengujian ini *paving block* harus sudah melewati proses pendinginan setelah itu *paving block* akan diuji kuat tekan. Uji kuat tekan meliputi pengujian kekuatan *paving block* pada masing-masing sampel dari perlakuan yang berbeda pula.

Dengan cara mengambil sampel *paving block* yang telah siap, lalu ditekan hingga hancur dengan mesin penekan.



Gambar 9. Alat *compression streng machine*

Adapun rumus yang digunakan pada uji kuat tekan ini ialah sebagai berikut:

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{L} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan : P : beban tekan (N)

L : luas bidang tekan (mm<sup>2</sup>)

### 3.5.1.2 Uji Koefisien Gesek

Pengujian koefisien gesek ini digunakan sebagai uji pengganti uji ketahanan aus dan uji slip permukaan, yang dimana fungsi uji ketahanan aus ialah untuk mengetahui seberapa besar tingkat keausan *paving block* (permukaan) terhadap gesekan atau goresan, sedangkan uji slip permukaan ialah untuk mengukur ketahanan slip antara alas kaki dengan permukaan *paving block*. Pengujian koefisien gesek ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat gesekan permukaan *paving block* terhadap alas kaki. Pengujian koefisien gesek dilakukan dengan meletakkan *paving block* diatas papan yang telah ditentukan kemiringannya, lalu *paving block* dijatuhkan dengan panjang lintasan 100cm, dan dicatat waktu *paving* tersebut dijatuhkan.



Gambar 10. Uji koefisien gesek.

Rumus yang digunakan untuk mencari koefisien gesek kinetik ialah sebagai berikut :

$$\mu_k = \tan \theta - \frac{a}{g \cos \theta} \dots \dots \dots (2)$$

keterangan : a : Percepatan ( $m/s^2$ )  
g : Gravitasi

$$a = \frac{v}{t} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan : v: Kecepatan (m/s)  
t :Waktu (s)

$$v = \frac{s}{t} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan : s: Jarak (m)  
t :Waktu (s)

### 3.5.2 Pengujian *Non-destruktive*

#### 3.5.2.1 Uji Tampak

*Paving block* harus memiliki permukaan yang rata, tidak terdapat retakan-retakan, dan cacat, bagian rusuk dan sudutnya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari atau tangan kosong.



### 3.5.2.2 Uji Densitas

Uji densitas dilakukan untuk mengetahui tingkat kerapatan pada setiap *paving block*. Pada pengujian ini *paving block* akan diuji dengan menimbang berat, dan menghitung volume *paving block*. Densitas ialah massa jenis suatu benda, dimana pengukuran massa setiap volume benda. Semakin tinggi nilai *densitas* maka semakin besar pula nilai massa setiap volumenya.



Gambar 11. Penimbangan *paving block*

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung *densitas* ialah sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan =  $\rho$  = *densitas* (Kg/m<sup>3</sup>)

m = massa (Kg)

v = volume (m<sup>3</sup>)

### 3.6 Analisis Data

Data yang telah diperoleh dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), tahap selanjutnya data yang diperoleh tersebut dianalisis berdasarkan parameter yang diamati. Data tersebut dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA) dengan nilai  $\alpha$  kurang dari 1% dan selanjutnya dilakukan uji BNT apabila uji anova menunjukkan hasil perbedaan yang signifikan dengan menggunakan program aplikasi *Statistical Analysis System* (SAS).

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Penelitian ini telah berhasil memanfaatkan penggunaan limbah plastik dan batok kelapa sebagai bahan baku pembuatan *paving block*, guna untuk mengurangi jumlah sampah di Indonesia.
2. Penggunaan limbah plastik dan limbah batok kelapa sebagai bahan baku pembuatan *paving block* kurang baik dikarenakan dari data hasil pengujian semakin banyak limbah batok kelapa yang digunakan maka kualitas dari *paving block* tersebut akan menurun.
3. Dari penelitian ini dianalisa untuk penggunaan limbah plastik dengan limbah batok kelapa dengan presentase 3%, 6%, 9%, dan 12% dari volume cetakan tidak tepat dikarenakan data yang dihasilkan tidak memenuhi standar SNI 03-0691-1996.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan pengujian ketahanan aus dan uji ketahanan slip permukaan untuk mengetahui tingkat kelicinan permukaan dari *paving block*.

## DAFTAR PUSTAKA

- A Sucahyo, H R Agustapraja, B. D. (2020). Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Campuran Paving Block (Ditinjau Dari Kuat Tekan dan Resapan Air). *U KaRsT*, 4(1), 2–13.
- Agnes Yuanita Bintoro, Arthur Daniel Limantara, S. W. (2018). Halus Dan Agregat Kasar Dari Tempurung Kelapa. *JURMATEKS*, 1(1), 160–171.
- Amran, Y. (2015). Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Bahan Tambahan Pembuatan Paving Block Sebagai Alternatif Perkerasan Pada Lahan Parkir Di Universitas Muhammadiyah Metro. *Tapak*, 4(2), 125–129.
- Dedi Enda, Marhadi Sastra, Lizar, Zulkarnain, B. R. (2019). Penggunaan plastik tipe pet sebagai pengganti semen pada pembuatan paving block. *JURNAL INOVTEK POLBENG*, 9(2), 213–218.
- Gardjito, E., Candra, A. I., Cahyo, Y., Pengajar, S., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Kadiri, U. (2018). Pengaruh Penambahan Batu Karang Sebagai Substitusi Agregat Halus Dalam pembuatan Paving. *Ukarst*, 2(1), 35–42.
- HADI, L. S. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Polyethylene Terephthalate (Pet) Untuk Bahan Tambahan Pembuatan Paving Block. In *Skripsi*.
- Hasaya, H., & Masrida, R. (2021). Potensi Pemanfaatan Ulang Sampah Plastik Menjadi Eco-Paving Block. *Jurnal Jaring SainTek*, 3(1), 25–31.  
<https://doi.org/10.31599/jaring-saintek.478>
- Hermita, R. (2019). Memanfaatkan Limbah Batok Kelapa Menjadi Berbagai Macam Bentuk Kerajinan. 93–104.
- Indah, K., Bima, A., & Salmon, G. (2019). Pemanfaatan Limbah Plastik Hdpe ( High Density Polyethylene ) Sebagai Bahan Pembuatan Paving Block. *Buletin Utama Teknik*, 15(1), 29–33.
- Intan, A., Diana, N., Fansuri, S., Teknik, F., Wiraraja, U., Teknik, F., Wiraraja, U., & Widodo, M. (2019). Sebagai Bahan Campuran Paving Block. *Jurnal Abdiraja*, 2(2), 1–5.

- Irvan Okatama. (2016). Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terphtalate (Pet) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 05(3), 20–24.
- Ragil Prasetyo Himawan. (2013). Analisis Kuat Tekan Paving Block. In *ftump*.
- Rommel, E. (2007). Pemakaian Fine Coarse Aggregate Sebagai Bahan Paving Tahan Aus ( Fine Coarse Aggregate Usage As Raw Materials Of Abrasion Resistant Paving ). *Jurnal Media Teknik Sipil*, 9(1), 29–35.
- Ruben Simatupang. (2016). Studi Eksperimen Analisa Koefisien Gesek Pada Saat Terjadi Fenomena Stick-Slip Friction Pada Reciprocating Contact Pada Saat Terjadi Fenomena Stick-Slip. In *Intitut Teknologi Sepuluh November*.
- Sijabat, F. I., & Saragih, J. (2013). Pengaruh Ukuran Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Pengisi Komposit Poliester Tak Jenuh Terhadap Sifat Mekanik Dan Penyerapan Air. 2(4), 31–37.
- Sopyan Ali Rohman<sup>1</sup>, Muhammad Ibadurrahman<sup>2</sup>, D. D. (2020). Analisis Pengaruh Jenis Plastik Terhadap Densitas Dan Kuat Tekan Pada Batako Ringan Berbahan Limbah Plastik Dan Batu Apung. *Teknik Dan Sains*, 1, 57–65.
- Suhartana. (2006). Baku Arang Aktif Dan Aplikasinya Untuk Penjernihan Air Sumur Di Desa Belor. *Pemanfaatan Tempurung Kelapa.*, 9(3), 151–156.
- Syukur Sebayang I Wayan Diana, A. P. (2011). Perbandingan Mutu Paving Block Produksi Manual Dengan Produksi Masinal. *Jurnal Rekayasa*, 15(2), 139–150.
- Wahyudi, J., Prayitno, H. T., Astuti, A. D., Perencanaan, B., Daerah, P., & Pati, K. (2018). *Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan sFor*. XIV(1), 58–67.
- Widyawati, F., & Haqqi, T. A. (2020). Science and Technology Pemanfaatan Serat Sisal ( Agave Sisalana L .) Dan Limbah Plastik Pet Untuk Pembuatan Bata Ringan Clc ( Cellular Lightweight Concrete ). *Jurnal Tambora*, 4(1), 21–25.
- Yunus, M., Seprianto, D., & Bhisusman, A. (2019). Analisa Pengujian Koefisien Gesek Material Baja S45c Terhadap Bronze. 11(1), 6–10.