

DRAFT SKRIPSI

**KINERJA AGREGAT KASAR LIMBAH PLASTIK TERHADAP
SIFAT MEKANIK BETON BERPORI**

Oleh

M. ZULHAM
NIM DAB 117 041



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS
PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2022

DRAFT SKRIPSI

**KINERJA AGREGAT KASAR LIMBAH PLASTIK TERHADAP
SIFAT MEKANIK BETON BERPORI**

Oleh

M. ZULHAM
NIM. DAB 117 041

Disetujui untuk dalam seminar hasil Skripsi

Palangka Raya, Juni 2022

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

(Liliana, S.T., MT.)
NIP. 19700221 199403 2 001

(Frieda, S.T., MT.)
NIP. 19721223 199702 2 002

Mengetahui:
Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Ketua,

Dr. Rudi Waluyo, S.T., MT.
NIP. 19780608 200501 1 003

PRAKATA

Pujibagi Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan untuk diseminarkan dan ditinjau kembali untuk diperbaiki.

Skripsi dengan judul “Kinerja Agregat Kasar Limbah Plastik Terhadap Sifat Mekanik Beton Berpori” disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini tidak lupa diucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. WaluyoNuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya dan selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
3. Bapak Dr.Sutan P. Silitonga, S.TP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum & Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr Deddy Nan Setya Putra Tanggara, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
6. Bapak Supiyan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Ibu Liliana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama.
8. Ibu Okta Meilawaty,S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas/Penelaah I.
9. Bapak Ir. Maryanto, M.T. selaku Dosen Pembahas/Penelaah II.
10. Ir. Lilik Hermawan, M.T. selaku Moderator.
11. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari segala kekurangan dalam penyajian Skripsi ini diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan dimasa yang akan datang. Terima Kasih.

Palangka Raya,

M. ZULHAM
NIM. DAB 117 041

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Teori Pustaka	6
2.2. Penelitian Terdahulu.....	15
BAB II METODE PENELITIAN	
3.1. Jenis Penelitian	22
3.2. Tempat/Lokasi Penelitian	22
3.3. Kerangka	22
3.4. Tahap Persiapan.....	24
3.5. Tahap Pembuatan Agregat Buatan	25
3.6. Tahap Pelaksanaan	27
3.7. Tahap Pengujian Beton Berpori	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Pemeriksaan Agregat.....	36
4.2. Pemeriksaan Slump Beton.....	40
4.3. Pemeriksaan Berat Isi Beton Segar	41

4.4. Pengujian Kuat Tekan	42
4.5. Pengujian Kuat Tarik.....	44
4.6. Pengujian Porositas.....	46
4.7. Perbandingan Hasil Penelitian.....	48
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	51
5.2. Saran	51
 DAFTAR PUSTAKA	52

DAFTAR TABEL

2.1. Mutu Beton dan Penggunaan.....	11
2.2. Ketentuan Gradasi Agregat.....	13
2.3. Sifat-sifat Agregat.....	14
2.4. Jenis Semen Portland.....	15
2.5. Ringkasan Penelitian Terdahulu	18
3.1. Ukuran Agregat Kasar Zona II	28
3.2. Daftar Gradasi dan Berat Benda Uji.....	31
3.3. Proporsi Campuran Benda Uji Rencana	32
4.1. Gradasi Agregat Kasar Alami	37
4.2. Gradasi Agregat Kasar Plastik	39
4.3. Slump Beton Berpori dengan Agregat Plastik	40
4.4. Slump Beton Berpori Normal	41
4.5. Hasil Pemeriksaan Berat Isi Beton Berpori Plastik.....	41
4.6. Hasil Pemeriksaan Berat Isi Beton Berpori Normal	42
4.7. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Berpori dengan Agregat Plastik.....	42
4.8. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Berpori dengan Agregat Normal	43
4.9. Hasil Uji Kuat Tarik Beton Berpori dengan Agregat Plastik.....	44
4.10. Hasil Uji Kuat Tarik Beton Berpori dengan Agregat Normal	45
4.11. Hasil Uji Porositas Beton Berpori dengan Agregat Plastik.....	46
4.12. Hasil Uji Porositas Beton Berpori dengan Agregat Normal	47
4.13. Perbandingan Hasil Penelitian	48

DAFTAR GAMBAR

2.1. Persentase Sampah yang Beredar.....	6
2.2. Persentase Jenis Sampah yang beredar	7
3.1. Limbah Plastik yang Dikumpul Dicuci Bersih	25
3.2. Limbah Plastik yang Sudah Dicapah Dicuci Bersih	25
3.3. Pelelehan Limbah Plastik PET.....	26
3.4. Pendinginan Limbah Plastik yang Sudah Dilelehkan.....	26
3.5. Pemecahan Limbah Plastik PET Menjadi Agregat Kasar Buatan.....	27
3.6. Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar	28
3.7. Pemeriksaan Abrasi dan Keausan.....	30
3.8. Perawatan Benda Uji.....	33
3.9. Uji Tekan Benda Uji	34
3.10. Uji Tarik Benda Uji	35
3.11. Uji Porositas Benda Uji	35
4.1. Grafik Analisa Saringan Agregat Alami	37
4.2. Grafik Analisa Saringan Agregat Plastik	39
4.3. Pemeriksaan Slump	41
4.4. Hubungan Kuat Tekan dengan Variasi Beton Agregat Plastik	43
4.5. Hubungan Kuat Tekan dengan Variasi Beton Normal.....	43
4.6. Hubungan Kuat Tarik dengan Variasi Beton Agregat Plastik	45
4.7. Hubungan Kuat Tarik dengan Variasi Beton Normal	45
4.8. Hubungan Porositas dengan Variasi Beton Agregat Plastik	47
4.9. Hubungan Porositas dengan Variasi Beton Normal.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I : Pemeriksaan Agregat Kasar Alami.....	54
1.1. Pengujian Kadar Lumpur.....	55
1.2. Pengujian Kadar Air	56
1.3. Pengujian Gradasi/Analisa Saringan.....	57
1.4. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan.....	58
1.5. Pengujian Berat Volume	59
1.6. Pengujian Abrasi dan Keausan	60
LAMPIRAN II : Pemeriksaan Agregat Kasar Plastik	62
2.1. Pengujian Kadar Air	63
2.2. Pengujian Gradasi/Analisa Saringan.....	64
2.3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan.....	65
2.4. Pengujian Berat Volume	66
2.5. Pengujian Abrasi dan Keausan	67
LAMPIRAN III : Pengujian Sifat Mekanis Beton Berpori	69
3.1. Pengujian Kuat Tekan.....	70
3.2. Pengujian Kuat Tarik	72
3.3. Pengujian Porositas	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan plastik yang terus mengalami peningkatan dari waktu ke waktu menyebabkan jumlah limbah plastik pun ikut meningkat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jenna R. Jambeck dari University of Georgia, pada tahun 2010 ada 275 juta ton sampah plastik yang dihasilkan di seluruh dunia. Sekitar 4,8-12,7 juta ton diantaranya terbuang dan mencemari laut. Jambeck, 2015 menyatakan bahwa Indonesia 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. Data itu juga mengatakan bahwa Indonesia merupakan negara dengan jumlah pencemaran sampah plastik ke laut terbesar kedua di dunia. China memimpin dengan tingkat pencemaran sampah plastik ke laut sekitar 1,23-3,53 juta ton/tahun.

Sifat plastik yang non-biodegradable (tidak bisa diuraikan oleh proses biologi) menyebabkan plastik membutuhkan waktu ratusan tahun agar dapat terurai secara sempurna. Menurut Bongardt (2013), dibutuhkan waktu sekitar 450 tahun untuk membuat plastik dapat terurai secara alami. Salah satu inovasi yang dilakukan untuk memanfaatkan limbah plastik adalah dengan menjadikan agregat. Agregat dalam dunia konstruksi yang menggunakan bahan konstruksi beton yang menempati volume beton terbanyak sekitar 60-80% (Nugroho, 1983). Dari beberapa penelitian yang dilakukan pemakaian agregat plastik menghasilkan agregat kasar yang bersifat ringan, dan menghasilkan beton ringan. Salah satu cara menghasilkan beton ringan adalah proses pembuatannya tidak membutuhkan material pasir atau agregat halus sedikitpun yang biasanya dikenal dengan beton berpori atau beton porous.

Beton jenis ini adalah jenis beton khusus dengan porositas tinggi yang diaplikasikan yang memungkinkan air hujan dan air dari sumber-sumber lain untuk dapat melewatinya, sehingga mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan muka air tanah. Beton porous secara tradisional digunakan untuk area parkir, di daerah lampu lalu lintas, dan trotoar untuk pejalan kaki (NRMCA, 2004). Beton porous memiliki banyak nama yang berbeda diantaranya adalah beton tanpa agregat

halus (*zero-finesconcrete*), beton yang dapat tembus (*pervious concrete*), dan beton berpori (*porous concrete*).

Beberapa penelitian yang dilakukan dengan memanfaatkan limbah plastic untuk dijadikan sebagai bahan bangunan dalam dunia konstruksi. Sari dan Nusa (2019) melakukan penelitian pembuatan paving block dengan memanfaatkan limbah plastik HDPE (High Density Polyethelene) dengan menguji kuat tekannya. Plastik dengan jenis HDPE dibersihkan dan kemudian dileburkan/dilelehkan diatas kualii hingga bertekstur seperti bubur. Kemudian langsung dimasukan dalam cetakan paving block yang sebelumnya sudah dioleskan oli agar tidak lengkat, kemudian sedikit ditekan untuk dipadatkan. Hasil dari penelitian tersebut dikatakan bahwa kuat tekan paving block dari bahan limbah plastik rata-rata sebesar 20 kg/cm² sedangkan paving block dari bahan dasar pasir dan semen mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar 40 kg/cm². Paving block dari bahan plastik memiliki kekuatan tekan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan paving block dari bahan pasir dan semen.

Husaini dan Mahdi (2015) melakukan penelitian substitusi agregat kasar beton ringan dengan agregat buatan dari limbah plastik PET (Polyethelene Terephtalate) dengan menambahkan *silica fume*, menghasilkan beton ringan dengan kuat tekan beton lebih kecil dari beton normal dan beton yang telah disubtitusikan dengan limbah plastik PET pada setiap variasi substitusinya memiliki kekuatan tekan berbeda. Untuk substitusi agregat buatan limbah plastik PET 25% + 5% *silica fume* kuat tekan yang dihasilkan ialah 164,99 kg/cm², untuk substitusi agregat buatan limbah plastik 50% + 5% *silica fume* kuat tekan yang dihasilkan ialah 138,50 kg/cm², untuk substitusi agregat buatan limbah plastik 75% + 5% *silica fume* kuat tekan yang dihasilkan ialah 111,31 kg/cm². Jadi, semakin banyak jumlah substitusi agregat buatan dari limbah plastik semakin turun kuat tekannya.

Romel (2013) melakukan penelitian pembuatan beton ringan dengan agregat plastik HDPE (High Density Polyethelene). Pembuatan agregat dari bahan plastik dengan jenis HDPE dilakukan dengan membersihkan limbah plastik hingga tidak ada lagi kotoran-kotoran yang menempel. Limbah plastik dipotong menjadi potongan-potongan kecil untuk mempermudah proses peleburan. Plastik yang

sudah dileburkan dan dicetak pada cetakan dalam bentuk potongan besar kemudian dicincang hingga bentuknya menyerupai agregat dengan ukuran beragam antara 10 – 20 mm. Penelitian tersebut memperoleh beton ringan dengan agregat buatan dari limbah plastik HDPE dengan kuat tekan 13,16 MPa, berat isi 1373 kg/m³, dan keausan agregat sebesar 29,64%.

Ginting (2015) melakukan penelitian kuat tekan dan porositas beton porous dengan membandingkan rasio perbandingan semen/agregat (perbandingan rasio semen/agregat yang digunakan ialah 1:3,5, 1:4,0, 1:4,5, dan 1:5,0), perbandingan fas (fas yang digunakan yaitu 0,25 dan 0,30), dan bahan pengisi *styrofoam* (*styrofoam* digunakan sebagai bahan additive untuk mengatasi endapan air. Bahan pengisi *styrofoam* yang digunakan sebanyak 3,4 kg/m³). Dalam penelitiannya didapat bahwa semakin besar perbandingan semen/agregat maka kuat tekan beton porous akan semakin menurun, kuat tekan beton porous pada fas 0,25 lebih rendah dari fas 0,30, porositas semakin meningkat dengan meningkatnya rasio semen/agregat, porositas beton porous dengan fas 0,25 lebih tinggi dari fas 0,30.

Darwis, Baehaki dan Supriyadi (2017) melakukan penelitian beton non-pasir dengan agregat lokal. Penelitiannya mengacu pada mencari proporsi campuran semen terhadap agregat yang ideal menggunakan agregat untuk beton non-pasir dan berapa kuat tekan dan lentur tiap-tiap proporsi tersebut (proporsi perbandingan yang digunakan 1:4, 1:6, 1:8, 1:10). Dari penelitian tersebut didapat hasil kuat tekan 3,387 MPa untuk proporsi 1:4, 3,712 MPa untuk proporsi 1:6, 3,334 MPa untuk proporsi 1:8, dan 2,430 MPa untuk proporsi 1:10. Sedangkan untuk kuat lentur yang diperoleh ialah 0,525 MPa untuk proporsi 1:4, 0,926 MPa untuk proporsi 1:6, 0,622 MPa untuk proporsi 1:8, dan 0,613 MPa untuk proporsi 1:10. Jadi, bisa dikatakan bahwa tinggi rendahnya kuat tekan dan lentur beton non-pasir dipengaruhi oleh rasio semen terhadap agregat.

Dari acuan penelitian di atas, penelitian menggunakan agregat buatan dari limbah plastik sudah banyak dilakukan dikarenakan limbah plastik adalah limbah non-biodegradable (tidak bisa diuraikan oleh proses biologi). Selain itu dengan memanfaatkan limbah plastik sebagai bahan pengganti agregat akan membuat agregat tersebut ramah lingkungan. Beton berpori adalah salah satu konstruksi yang

ramah lingkungan karena memiliki pori yang dapat dilalui air, Arnoldus (2012). Dari hal itulah peneliti memiliki pemikiran untuk memanfaatkan limbah plastik sebagai bahan untuk agregat buatan pada beton berpori. Sebuah penelitian akan dilakukan dengan pembuatan agregat kasar buatan dari bahan limbah plastik berjenis HDPE dengan melakukan variasi rasio semen terhadap agregat dan faktor air semen dalam pembuatan beton berpori. Jenis HDPE dipilih karena termasuk dalam kategori termoplastik sehingga dapat diubah bentuknya menjadi agregat hanya dengan dipanaskan. Selain itu HDPE juga mempunyai sifat liat, kuat, kaku, tahan tekanan dan temperatur tinggi.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah ini sebagai berikut :

1. Bagaimana sifat fisik dari agregat plastik yang dihasilkan limbah plastik PET?
2. Berapa kuat tekan dan tarik maksimum beton berpori yang menggunakan agregat kasar buatan dari bahan limbah plastik berjenis PET dengan melakukan variasi rasio semen terhadap agregat dan faktor air semen?
3. Bagaimana hasil uji porositas yang dihasilkan dari beton berpori yang dibuat dari agregat plastik?
4. Berapa berat isi beton berpori yang dihasilkan agregat plastik
5. ng dihasilkan agregat plastik

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini ialah :

1. Mengetahui sifat agregat plastik yang dihasilkan dari limbah plastik PET
2. Mendapatkan nilai kuat tekan dan kuat tarik pada beton berpori dengan agregat buatan dari limbah plastik.
3. Mengetahui hubungan porositas dengan kuat tekan dan tarik beton berpori.
4. Mengetahui berat isi beton berpori dengan agregat buatan dari limbah plastik.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Agregat kasar buatan terbuat dari limbah plastik berjenis PET.
2. Agregat kasar alami adalah batu belah.
3. Rasio agregat semen yang digunakan adalah 6:1 dan 7:1.
4. Pengujian yang dilakukan adalah uji tekan, tarik, dan porositas.
5. Fas yang digunakan adalah 0,25 dan 0,30.
6. Sifat kimia dari agregat kasar buatan tidak ditinjau.
7. Pengujian akan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Sebagai bentuk dari melestarikan lingkungan dengan mengolah limbah plastik menjadi agregat buatan untuk konstruksi.
2. Memberikan wawasan kepada masyarakat bahwa limbah plastik masih memiliki nilai jual jika dimanfaatkan dengan benar.
3. Dapat dijadikan bahan referensi untuk bisa dikembangkan ataupun dibandingkan mengenai pemanfaatan limbah plastik PET untuk kedepannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Pustaka

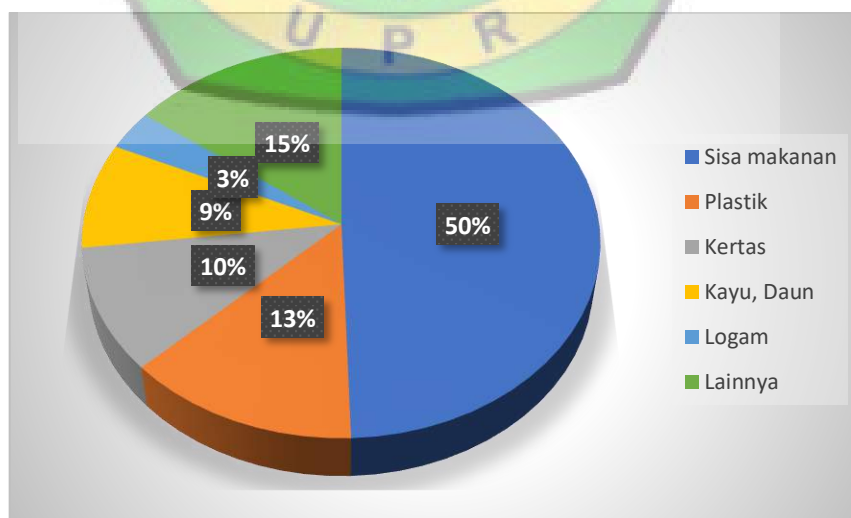
2.1.1. Plastik

Plastik merupakan bahan organik yang mempunyai kemampuan untuk dibentuk, apabila terpapar panas dan tekanan. Plastik dapat dibentuk batangan, lembaran, atau blok, bila dalam bentuk produk dapat berupa botol, pembungkus makanan, pipa, peralatan makanan, dan lain-lain. Komposisi dan material plastik adalah polymer dan zat additive lainnya. Polymer tersusun dari monomer-monomer yang terikat oleh rantai ikatan kimia (Purwaningrum, 2016).

Secara umum plastik mempunyai sifat yaitu densitas yang rendah, isolasi terhadap listrik, mempunyai kekuatan mekanik yang bervariasi, ketahanan terhadap suhu terbatas, ketahanan terhadap bahan kimia bervariasi (Nasiri, 2004).

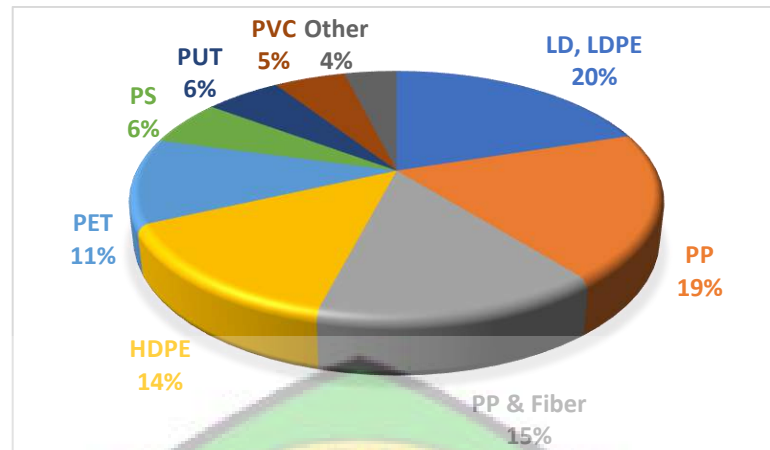
Berdasarkan *American Society of Plastic Industry* (1998), telah dibentuk sistem pengkodean resin untuk plastik yang dapat didaur ulang (*recycle*). Kode/symbol tersebut berbentuk segitiga arah panah dan di dalamnya terdapat nomor yang merupakan kode dan resin yang dapat didaur ulang.

Rata-rata persentase sampah yang beredar menurut Loka Data adalah sebagai berikut.



Gambar 2.1 Persentase Sampah yang Beredar

Berdasarkan jenis plastik persentase yang beredar berdasarkan *Global Primary Plastic Waste Generation* adalah sebagai berikut.



Gambar 2.2 Persentase Jenis Sampah Plastik yang Beredar

Rata-rata sampah/orang/hari menurut SNI 19-3964-1995 dalam Damanhuri dan Padmi (2010) adalah 0,4 – 0,5 kg, maka:

Berat Sampah = Jumlah Penduduk x 0,5 x 365 hari

Jumlah penduduk di kota Palangka Raya tahun 2020 menurut BPS (Badan Pusat Statistik) kota Palangka Raya ialah berjumlah 299.691 juta jiwa. Jadi dapat diperkirakan sampah plastik yang beredar di kota Palangka Raya ialah seberat

$$\begin{aligned} \text{Berat Sampah Plastik} &= 299.691 \times 0,5 \times 365 \times 13\% \\ &= 7.116.575 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jadi, diperkirakan sampah plastik yang beredar di kota Palangka Raya ialah seberat 7.116.575 kg pada tahun 2020. Untuk mencari jumlah perjenis plastik maka dapat dengan cara

Berat plastik jenis x = Berat Sampah Plastik x Persentase Sampah Plastik

Untuk contoh plastik berjenis PET

$$\begin{aligned} \text{Berat plastik jenis PET} &= 7.116.575 \times 11\% \\ &= 782.824 \text{ kg} \end{aligned}$$

- PET (*Polyethylene Terephthalate*).

PET merupakan resin polyster yang tahan lama, kuat, ringan dan mudah dibentuk ketika panas. Kepekatannya adalah sekitar 1,35 – 1,38 gram/cc, ini membuatnya kokoh. PET dalam bentuk produk berupa botol air, botol soda, botol jus, botol minyak goreng, tempat pindakas, dan kemasan makan. PET dapat berwarna atau tidak berwarna (transparan).



- HDPE (*High Density Polyethylene*)

HDPE adalah material plastik yang tersusun dari polimer *ethylene* dan bahan additive lainnya. HDPE dibuat dalam kondisi liat, kuat, kaku, tahan tekanan dan temperatur tinggi yang berasal dari minyak bumi yang sering dibentuk dengan cara meniupnya atau tergantung dari hasil produk yang akan dibuat. HDPE memiliki keunggulan tahan terhadap air, asam, basa, dan pelarut lainnya. Dalam pemakaian sehari-hari HDPE dapat ditemukan dalam bentuk keranjang plastik, pembungkus/botol susu, cerek susu, botol detergen, botol obat, botol oli mesin, botol sampo, dan botol sabun cair.



- PVC/V

PVC/V adalah jenis plastik yang sulit didaur ulang. Ini bisa ditemukan pada plastik pembungkus (*cling wrap*), tanda lalu lintas, kabel listrik, dan pipa. PVC tidak boleh digunakan dalam menyiapkan makanan atau kemasan makanan. Bahan ini mengandung klorin yang akan mengeluarkan racun jika dibakar.



- LDPE (*Low Density Polyethylene*)

LDPE adalah plastik yang mudah dibentuk ketika panas yang terbuat dari minyak bumi. Biasa dipakai untuk tempat makanan, plastik kemasan, dan botol-botol yang lembek. Sifat mekanis LDPE ini adalah kuat, tembus pandang, fleksibel, dan permukaan agak berlemak, pada suhu 60° sangat resisten terhadap reaksi kimia, daya proteksi terhadap uap air tergolong baik. Barang LDPE sulit dihancurkan, tetapi tetap baik untuk tempat makanan karena sulit bereaksi secara kimiawi.



- PP (*Polypropylene*)

PP biasanya transparan yang tidak jernih atau berawan. *Polypropylene* memiliki daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi. Jenis ini biasanya dipakai pada tempat makanan dan minuman seperti tutup botol obat, tube margarin, sedotan, dan berbagai macam botol.



- PS (*Polystyrene*)

Polystyrene merupakan polimer aromatik yang dapat mengeluarkan bahan *styrene* ke dalam makanan jika makanan tersebut bersentuhan. Bahan ini harus dihindari, karena selain berbahaya untuk kesehatan otak, mengganggu hormon estrogen pada wanita yang berakibat pada masalah reproduksi, pertumbuhan dan sistem syaraf, juga karena bahan ini susah didaur ulang. PS mengandung *benzene*, suatu zat penyebab kanker dan tidak boleh dibakar. Ketika dibakar, bahan ini akan mengeluarkan api berwarna kuning-jingga dan meninggalkan jelaga.



2.1.2. Beton

Tri Mulyono (2003) beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari semen hidrolik (*porland cement*), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambahan (*admixture* atau *additive*).

Menurut Departemen PU (2005) istilah beton merupakan “campuran antara semen portland atau semen hidraulik lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan/aditif yang membentuk massa padat”. Pada pedoman PU beton yang digunakan memiliki mutu beton seperti pada tabel berikut

Tabel 2.1 Mutu Beton dan Penggunaan

Jenis Beton	F_c' (MPa)	δ_{bk} (Kg/cm ²)	Uraian
Mutu Tinggi	35 – 65	K400 – K800	Mutu tinggi pada umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, gelagar beton prategang dan sejenisnya
Mutu Sedang	20 - < 35	K250 - < K400	Mutu sedang pada umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb, beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang bangunan bawah jembatan
Mutu Rendah	15 - < 20	K175 - < K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton siklop, trotoar dan pasang batu kosong yang diisi

			adukan, pasangan batu
	10 - < 15	K125 - < K175	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbun kembali dengan beton

Sumber : Pedoman PU, 2005

Beton berpori adalah bentuk sederhana dari jenis beton ringan. yang dalam pembuatannya dengan sedikit/tidak menggunakan agregat halus (pasir). Tidak adanya agrgat halus dalam campuran akan menghasilkan beton yang berpori sehingga beratnya berkurang (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2009). Adanya pori/rongga pada beton akan mengakibatkan kuat beton berkurang. Namun, pori/rongga tersebut akan berfungsi untuk meloloskan air kepermukaan tanah. Kuat tekan beton berpori dipengaruhi oleh fas, rasio volume semen dan agregat, serta jenis agregatnya.

Penggunaan beton berpori dalam suatu konstruksi masih terbatas karena sifatnya yang berongga dan nilai kuat tekannya yang rendah. Dengan sifat-sifat tersebut, beton berpori lebih cocok digunakan untuk konstruksi non-strutural yang tidak membutuhkan beton bernilai kuat tinggi. Jenis struktur yang dapat digaanakan adalah lapangan parkir, perkerasan lapisan atas untuk taman, lapangan tenis, tempat pejalan kaki dan perkerasan kaku untuk jalan lokal dengan intensitas lalu lintas yang rendah (Amoldus, 2012).

2.1.3. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati 60% - 70% volume beton.

a. Agregat Kasar

Kerikil merupakan agragat kasar merupakan agregat yang memiliki ukuran diameter 5mm – 40mm. Sebagai pengganti kerikil dapat pula digunakan batu pecah

(split). Kerikil atau batu pecah yang memiliki ukuran lebih dari 40 mm tidak baik untuk pembuatan beton (Darwis, Baehaki, & Supriyadi 2017).

Kerikil atau batu pecah yang digunakan sebagai bahan beton, harus memenuhi syarat berikut :

- Bersifat padat, keras, dan tidak berpori
- Harus bersih, tidak mengandung lumpur lebih dari 1%. Jika kandungan lumpur lebih dari 1% maka kerikil/batu pecah tersebut harus dicuci.
- Pada keadaan terpaksa, dapat dipakai kerikil bulat.

b. Gradasi Agregat

Ketentuan gradasi agregat kasar dan halus dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.2 Ketentuan Gradasi Agregat

Ukuran Saringan (mm)	Persen Berat yang Lolos untuk Agregat				
	Halus	Kasar			
50,8 (2")	-	100	-	-	-
38,1 (1,5")	-	95 – 100	100	-	-
25,4 (1")	-	-	95 – 100	100	-
19 (3/4")	-	35 – 75	-	90 – 100	100
12,7 (1/2")	-	-	25 – 60	-	90 – 100
9,5 (3/8")	100	10 – 30	-	20 – 55	40 – 70
4,75 (#4)	95 – 100	0 – 5	0 – 10	0 – 10	0 – 15
2,36 (#8)	80 – 100	-	0 – 5	0 – 5	0 – 5
1,18 (#16)	50 – 85	-	-	-	-
0,300 (#50)	10 – 30	-	-	-	-
0,150 (#100)	2 – 10	-	-	-	-

Sumber : Pedoman PU 2005

c. Sifat-sifat Agregat

Terbebas dari bahan organik yang sesuai dengan ketentuan pengujian SNI 03-2816-1992 dan memenuhi sifat-sifat lainnya seperti disajikan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Sifat-sifat Agregat

Sifat-sifat	Metode Pengujian	Batas Maksimum yang diujikan untuk Agregat	
		Halus	Kasar
Keausan agregat dengan mesin Los Angeles pada 500 putaran	SNI 03-2417-1991	-	20% untuk beton mutu sedang dan tinggi 40% untuk beton mutu rendah
Kekekalan bentuk batu terhadap larutan Natrium Sulfat atau Magnesium Sulfat setelah 5 siklus	SNI 03-3407-1994	10% dengan Natrium Sulfat	10% dengan Natrium Sulfat
		15% dengan Magnesium Sulfat	18% dengan Magnesium Sulfat
Gumpalan lempungan dan partikel yang mudah pecah	SK SNI M-01-1994-03	3%	2%
Bahan yang lolos Saringan No. 200	SK SNI M-02-1994-03	3%	1%

Sumber : Pedoman PU, 2005

2.1.4. Semen Portland

Menurut Tjokrodinuljo (1996), semen portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan meghaluskan klinker yang terutama yng terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambah. Semen jika diaduk dengan air akan membentuk pasta semen, jika diaduk dengan air

kemudian ditambah pasir menjadi mortar semen, dan jika ditambah lagi dengan kerikil/batu pecah disebut beton. Semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat. Semen juga berfungsi untuk mengisi rongga-rongga di antara agregat.

Berdasarkan SNI 0013-81 jenis semen di Indonesia yang disajikan pada tabel 2.4 sebagai berikut:

Tabel 2.4 Jenis Semen Portland

Jenis Semen	Karakteristik Pemakaian
Jenis I	Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain
Jenis II	Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang
Jenis III	Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikat terjadi
Jenis IV	Dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah
Jenis V	Dalam penggunaannya menuntut persyaratan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat

Sumber : (SNI, 2002)

2.1.5. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyak gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton (Tjokrodimulyo, 2007). Penggunaan air sebagai campuran beton sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut:

- Air harus bersih
- Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter.
- Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton, asam, zat organik lebih dari 15 gram/liter
- Tidak mengandung klorida > 0,5 gram/liter
- Tidak mengandung senyawa sulfat > 1 gram/liter

2.1.6. Porositas

Porositas beton merupakan tingkatan yang menggambarkan kepadatan konstruksi beton. Porositas merupakan perbandingan antara ruang kosong dari suatu batuan dengan volume batuan itu sendiri (Widhiarto & Sujatmiko, 2012).

Berdasarkan ASTM C 642-90, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$n = \frac{C - A}{C - D} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

- n = Porositas benda uji (%)
 A = Berat kering oven benda uji (kg)
 C = Berat beton jenuh air setelah pendidihan (kg)
 D = Berat beton dalam air (kg)

2.1.7. Kuat Tekan

Nilai kuat beton didapatkan melalui pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan pada benda uji silinder beton. Kuat tekan dapat meningkat dan menurun jika terdapat faktor yang mempengaruhi, antara lain faktor pengerjaan, kepadatan, faktor air semen, dan kualitas bahan-bahan yang digunakan.

Berdasarkan SNI 03-6805-2002 dan ASTM C 39/C 39M-04a

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (2)$$

Keterangan :

f_c' = Kuat tekan (kg/cm^2)

P = Gaya tekan aksial (kg)

A = Luas bidang tekan (cm^2)

2.1.8. Kuat Tarik

Kuat tarik adalah ukuran kuat beton yang diakibatkan oleh suatu gaya yang cenderung untuk memisahkan Sebagian beton akibat tarikan. Kuat Tarik beton berkisar seper-delapan belas kuat desak pada waktu umurnya masih muda, dan berkisar seper dua puluh sesudahnya.

Kuat tarik juga merupakan bagian penting dalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu. Pengujian kuat Tarik biasanya diadakan untuk pembuatan konstruksi jalan raya dan lapangan terbang (*L. J. Murdock dan K. M. Brook, 1991*).

Kuat tarik beton dihitung dengan rumus berikut:

$$f_t = \frac{2P}{\pi LD}$$

Kesimpulan:

f_t = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban pada waktu belah (N)

L = Panjang beban uji (mm)

D = Diameter benda uji (mm)

2.2. Penelitian Terdahulu

Berikut adalah beberapa ringkasan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan peneliti.

Tabel 2.5 Ringkasan Peneliti Terdahulu

No	Judul Penelitian	Hasil Ringkasan
1	Penggunaan Limbah Botol Plastik Sebagai Agregat Pada Campuran Beton Dengan Penambahan Silika Fume. (Husaini & Mahdi, 2015)	Pada setiap variasi substitusinya memiliki kekuatan tekan berbeda. Untuk substitusi agregat buatan limbah plastik PET 25% + 5% <i>silica fume</i> kuat tekan yang dihasilkan ialah 164,99 kg/cm ² , untuk substitusi agregat buatan limbah plastik 50% + 5% <i>silica fume</i> kuat tekan yang dihasilkan ialah 138,50 kg/cm ² , untuk substitusi agregat buatan limbah plastik 75% + 5% <i>silica fume</i> kuat tekan yang dihasilkan ialah 111,31 kg/cm ² . Jadi, semakin banyak jumlah substitusi agregat buatan dari limbah plastik semakin turun kuat tekannya.
2	Pembuatan Ringan dari Agregat Buatan Berbahan Plastik. (Erwin Romel, 2013)	Penelitian tersebut memperoleh beton ringan dengan agregat buatan dari limbah plastik HDPE dengan kuat tekan 13,16 MPa, berat isi 1373 kg/m ³ , dan keausan agregat sebesar 29,64%.

3	Kuat Tekan Porositas Beton Porous Dengan Bahan Pengisi Styrofoam. (Arusmalem Ginting, 2015).	Dalam penelitiannya didapat bahwa semakin besar perbandingan semen/agregat maka kuat tekan beton porous akan semakin menurun, kuat tekan beton porous pada fas 0,25 lebih rendah dari fas 0,30, porositas semakin meningkat dengan meningkatnya rasio semen/agregat, porositas beton porous dengan fas 0,25 lebih tinggi dari fas 0,30.
4	Beton Non-Pasir Dengan Penggunaan Agregat Lokal Dari Merak. (Darwis, Baehaki, dan Supriyadi, 2017).	Dari penelitian tersebut didapat hasil kuat tekan 3,387 MPa untuk proporsi 1:4, 3,712 MPa untuk proporsi 1:6, 3,334 MPa untuk proporsi 1:8, dan 2,430 MPa untuk proporsi 1:10. Sedangkan untuk kuat lentur yang diperoleh ialah 0,525 MPa untuk proporsi 1:4, 0,926 MPa untuk proporsi 1:8, 0,622 MPa untuk proporsi 1:8, dan 0,613 MPa untuk proporsi 1:10. Jadi, bisa dikatakan bahwa tinggi rendahnya kuat tekan dan lentur beton non-pasir dipengaruhi oleh rasio sementhadapagregat.
5	Pemanfaatan Limbah Plastik HDPE (<i>High Density Polythelene</i>) Sebagai Bahan Pembuatan <i>Paving Block</i>	Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa kuat tekan yang dihasilkan oleh <i>paving block</i> berbahan limbah plastik HDPE rata-

	(Kartika Indah Sari dan Ahmad Bima Nusa, 2019).	rata sebesar 20 kg/cm ² sedangkan <i>paving block</i> dengan bahan dasar semen dan pasir memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 40 kg/cm ² . <i>Paving block</i> berbahan pasir dan semen memiliki daya tahan terhadap tekanan lebih besar dibandingkan dengan <i>paving block</i> berbahan limbah plastik.
6	Desain Beton Berpori untuk Perkerasan Jalan yang Ramah Lingkungan. (Daryanto Ari Prabowo, Ary Setyawan, dan Kusno Adi Sambowo, 2013).	Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa fas 0,30 kuat tekan yang diperoleh 4,529 MPa, fas 0,35 didapat kuat tekan 5,190 MPa, dan fas 0,40 didapat kuat tekan 4,341 MPa.
7	Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok Filter Sebagai Bahan Campuran Beton Ringan Berpori. (Agatha Iwan Candra dkk, 2019).	Dari penelitian kuat tekan beton dengan bahan campuran puntung rokok filter pada umur beton 28 hari memiliki rata-rata berbeda, untuk nilai kuat tekan beton dengan campuran agregat kasar limbah puntung rokok hanya mencapai 100,44 kg/cm ² - 115,56 kg/cm ²
8	Limbah Plastik <i>Polyethelen Terephtalate</i> (PET) Sebagai Subtitusi Agregat Kasar Pada Campuran Beton Ringan. (Muhammad Wijaya, 2020)	Pada pengujian kuat tekan dan berat isi beton, didapat hasil benda uji terbaik berada pada Variasi II dengan presentase campuran agregat plastik/agregat alam (AP/AA) 75/25 % dengan nilai kuat

		tekan sebesar 11,1 MPa dan berat isi sebesar 1687,9 kg/cm ³ .
9	Study on Mechanical Properties of Concrete Using Plastic Waste as an Aggregate. (B Jaivignesh and A Sofi, 2017)	<p>Pada semua usia pengawetan, kuat tekannya menurun jika dibandingkan dengan beton kontrol. Penurunan ini terutama disebabkan oleh kekuatan rekat antara permukaan plastik bekas dan pasta semen. Hidrasi semen juga dibatasi dengan menggunakan limbah plastik yang merupakan bahan hidrofobik. Selain itu limbah plastik merupakan material hidrofobik yang dapat membatasi hidrasi semen. Karena adanya agregat plastik, penurunan kuat tarik belah dan kuat lentur relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan kuat tekan. Penggunaan agregat plastik limbah dapat secara efektif digunakan sebagai sudut pandang pelestarian, manfaat hemat biaya dan hemat energi.</p>

BAB III METODE PENELITIAN

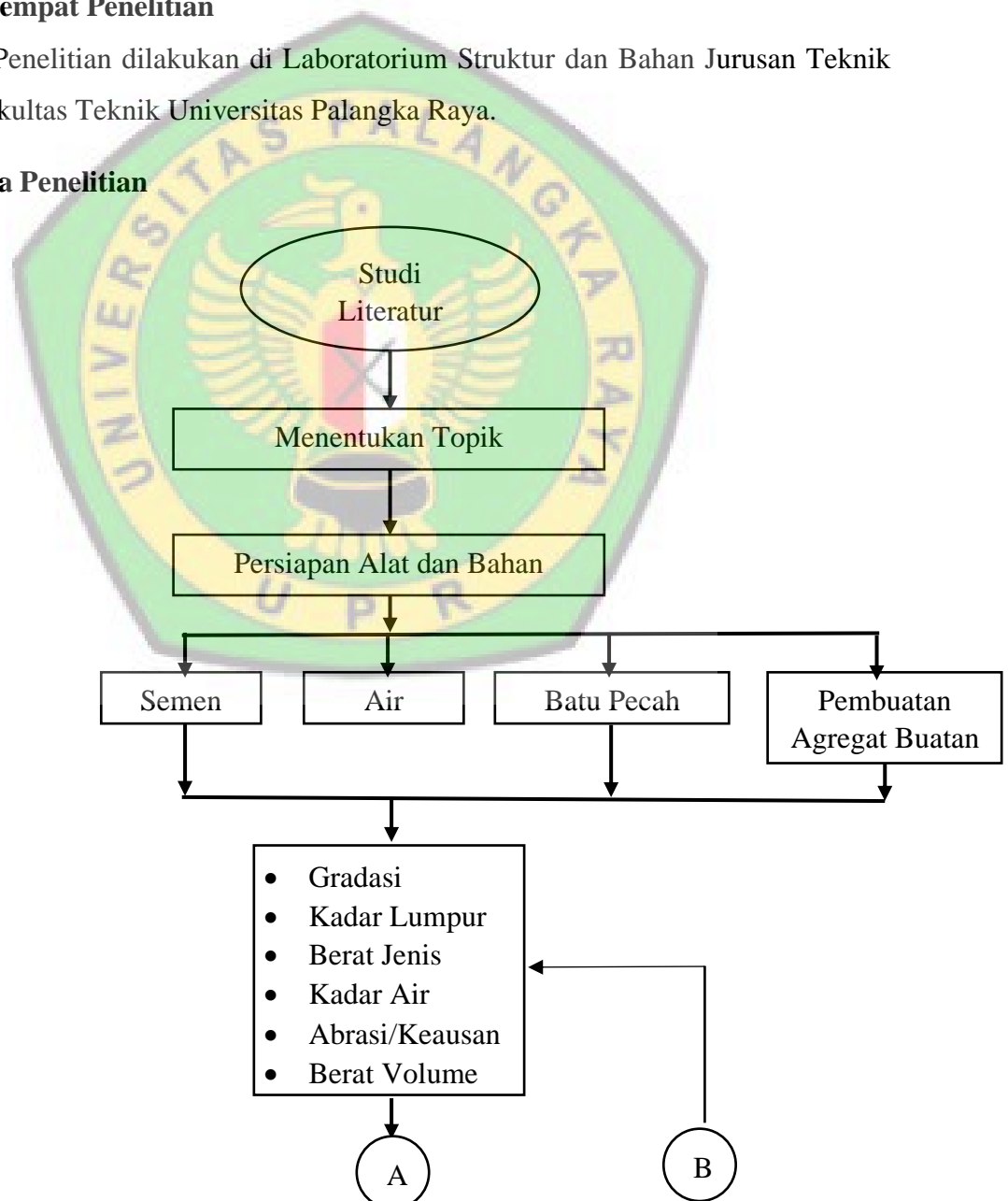
3.1. Jenis Penelitian

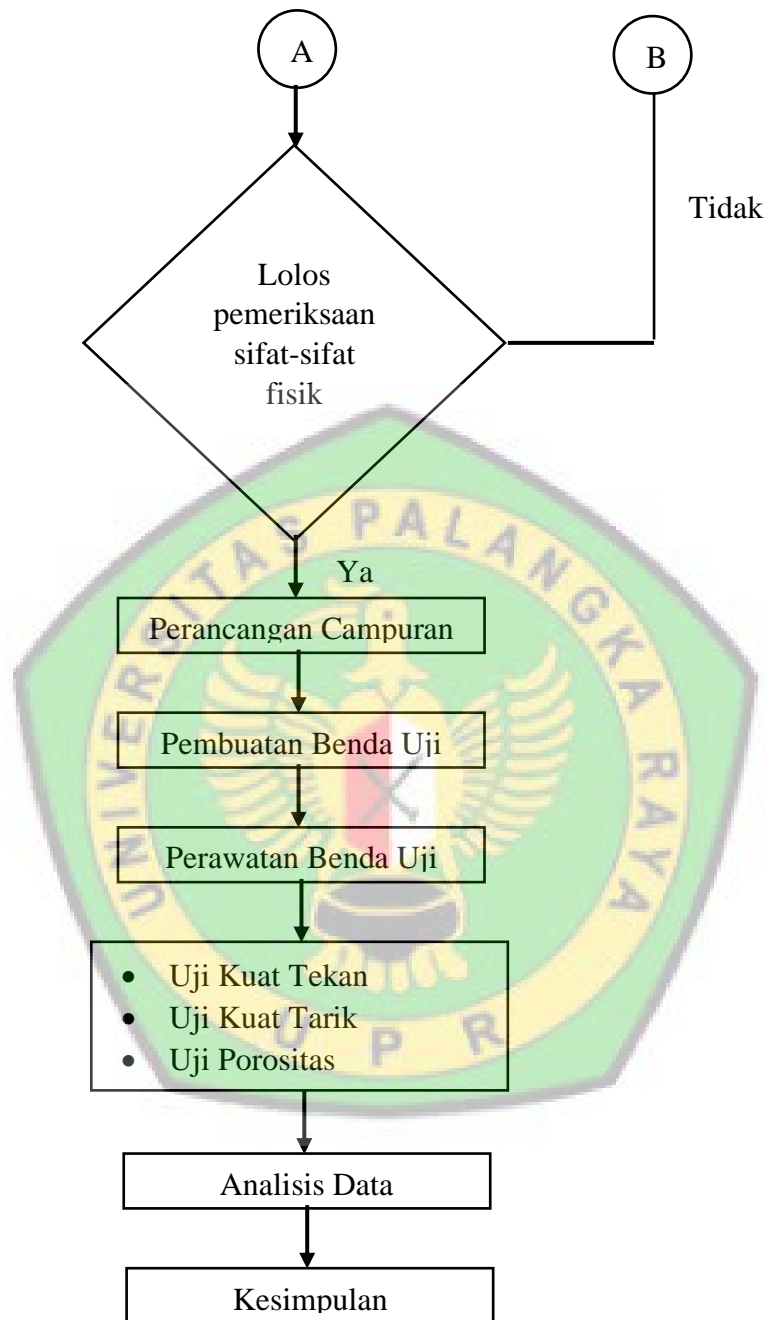
Dengan penelitian ini peneliti menggunakan metode eksperimental. Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar kuat tekan dan tarik beton dan seberapa besar porositas beton antara beton normal dengan beton dengan menggunakan agregat buatan dari plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*).

3.2. Lokasi/Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

3.3. Kerangka Penelitian





3.4. Tahapan Persiapan

3.4.1. Studi Literatur

Pada tahapan ini peneliti mencari referensi dan hasil riset peneliti terdahulu yang memiliki hubungan dengan hal yang akan diteliti peneliti

3.4.2. Persiapan Alat dan Bahan

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Neraca digital dan manual
- Ayakan atau saringan
- Oven yang dilengkapi pengatur suhu
- Wadah baja berbentuk silinder dan tongkat pemadat
- Mistar ukur
- Mesin Los Angeles dan bola baja
- Talam
- Sendok semen dan pengaduk semen
- Ember dan gelas ukur
- Alat uji slump beton dan mesin uji tekan beton UTM (*Universal Testing Machine*)

Bahan/material yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Plastik dengan jenis *Polyethylene Terephtalate* (PET)
- Agregat kasar alami (batu pecah)
- Semen
- Air bersih

3.5. Tahap Pembuatan Agregat Buatan

Adapun tahapan yang akan dilakukan dalam pembuatan agregat buatan yang berbahan dasar limbah plastik berjenis PET adalah sebagai berikut:

- Pengumpulan limbah plastik PET
- Pembersihan/pencucian limbah plastik PET yang telah diperoleh



Gambar 3.1 Limbah Plastik yang Dikumpul Dicuci Bersih

- Pencacahan limbah plastik PET
- Pencucian limbah plastik PET yang sudah dicacah



Gambar 3.2 Limbah Plastik yang Sudah Dicacah Dicuci Bersih

- Pengeringan limbah plastik PET (limbah plastik yang sudah dicacah dan cuci di jemur agar kering)

- Pemanasan/pelelehan limbah plastik PET



Gambar 3.3 Pelelehan Limbah Plastik PET

- Pendinginan limbah plastik PET yang sudah dipanaskan/dilelehkan (limbah plastik PET yang telah dilelehkan dimasukkan ke dalam wadah dan di biarkan mendingin)



Gambar 3.4 Pendinginan Limbah Plastik PET yang Sudah Dilelehkan

- Pemecahan plastik yang sudah didinginkan yang masih dalam bentuk bongkahan (limbah plastik PET yang sudah didinginkan dipecah menggunakan palu)



Gambar 3.5 Pemecahan Limbah Plastik PET Menjadi Agregat Kasar Buatan

3.6. Tahap Pelaksanaan

3.6.1. Pemeriksaan Bahan-bahan Untuk Beton Berpori

3.6.1.1. Pemeriksaan kadar lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur dalam agregat kasar (kerikil) bertujuan untuk menentukan besarnya (persentase) kadar lumpur dalam agregat kasar yang digunakan sebagai campuran beton. Kandungan lumpur < 1 % merupakan ketentuan bagi penggunaan agregat kasar untuk pembuatan beton. dengan cara menimbang berat agregat kasar sebelum dicuci dan berat sesudah cuci + oven selama 24 jam kemudian hitung kadar lumpur dengan cara berikut:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{(a - b)}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = Berat kering semula (sebelum oven)

b = Berat kering akhir (sesudah oven)

3.6.1.2. Pemeriksaan kadar air

Pemeriksaan kadar air agregat ini dilakukan untuk menentukan besarnya kadar air yang terkandung dalam agregat dengan cara pengeringan. Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat agregat dalam kondisi kering terhadap berat semula yang dinyatakan dalam persen. dengan cara timbang berat uji

kemudian masukan kedalam oven selama 24 jam. Setelah 24 jam timbang berat kering (berat sesudah di oven) dan hitung kadar airnya dengan cara berikut:

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

Keterangan :

W_1 = Berat benda uji (sebelum di oven)

W_2 = Berat kering benda uji (sesudah di oven)

3.6.1.3. Pemeriksaan gradasi

Tujuan pengujian ini ialah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butir agregat halus maupun agregat kasar, dengan cara memasukan pasir kesaringan sehingga dapat ditentukan nilai modulus kehalusan butir agregat. Pada penelitian ini digunakan variasi gradasi agregat kasar yang mengacu pada SNI 2461-2014. Gradasi yang digunakan adalah zona II yang disajikan pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Ukuran Agregat Kasar Zona II

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Persen Lolos Komulatif
25,0	100
19,0	90-100
9,50	10-50
4,75	0-15



Gambar 3.6 Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar

3.6.1.4. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan

Tujuan pengujian adalah untuk mendapatkan angka untuk berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu, dan penyerapan air pada agregat halus. Pengujian dilakukan sesuai prosedur yang kemudian data yang diperlukan untuk diolah. Dalam metode ini dilakukan perhitungan seperti berikut:

- Berat jenis curah (*bulk specific garvity*) $= \frac{Bk}{(Bj - Ba)}$
- Berat jenis jenuh kering permukaan (*saturated surface dry*) $= \frac{Bj}{(Bj - Ba)}$
- Berat jenis semu (*apparevt specific gravity*) $= \frac{Bk}{(Bk - Ba)}$
- Penyerapan
 $= \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$

Keterangan :

Bk = Berat benda uji kering oven (gr)

Bj = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gr)

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

3.6.1.5. Pemeriksaan berat volume

Pemeriksaan berat volume agregat digunakan untuk menentukan proporsi agregat yang digunakan dalam campuran (berat volume agregat halus, kasar, ataupun campuran). Berat volume agregat diartikan sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya. Dalam metode ini dilakukan perhitungan seperti berikut:

$$\text{Berat Volume} = \frac{\text{Berat Benda Uji}}{\text{Volume Wadah}}$$

3.6.1.6. Pemeriksaan abrasi dan keausan

Tujuan pemeriksaan ini ialah untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus terhadap berat semula dalam persen. Hasilnya dapat digunakan dalam perencanaan dan pelaksanaan bahan perkerasan jalan atau konstruksi beton.



Gambar 3.7 Pemeriksaan Abrasi dan Keausan

Pengujian ketahanan agregat kasar terhadap keausan dapat dilakukan dengan salah satu dari 7 (tujuh) cara dalam berikut:

Tabel 3.2 Daftar Gradasi dan Berat Benda Uji

Ukuran Saringan		Berat Gradasi dan Benda Uji (gr)						
Lolos (mm)	Tertahan (mm)	A	B	C	D	E	F	G
76,2	63,5					2500		
63,5	50,8					2500		
50,8	38,1					5000	5000	
38,1	25,4	1250					5000	5000
25,4	19,11	1250						5000
19,11	12,7	1250	2500					
12,7	9,5	1250	2500					
9,5	6,35			2500				
6,35	4,75			2500				
4,75	2,36				5000			
Jumlah bola		11	11	8	6	12	12	12
Jumlah putaran		500	500	500	500	1000	1000	1000

Untuk menghitung hasil pengujian gunakan rumus berikut:

$$\text{Keausan} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat benda uji semula dalam gram

b = berat benda uji tertahan saringan No.12 (12,70 mm) dalam gram

3.6.2. Perencanaan Campuran

Perhitungan rencana campuran bertujuan untuk menentukan proporsi bahan pembentuk beton berpori. Berdasarkan ACI 522R-10 *mix design* untuk *pervious concret* terdiri dari semen, agregat kasar, air, perbandingan berat pasir dan kerikil (0 sampai 1:1). Penambahan pasir akan menurunkan kadar pori dan meningkatkan kuat tekan.

Pada pengujian kali ini untuk uji kuat tekan, kuat tarik, dan porositas masing-masing akan menggunakan 3 benda uji. Pengujian akan dilakukan dengan proporsi seperti yang disajikan pada tabel 3.3

Tabel 3.3 Proporsi Campuran Benda Uji Rencana

No	Rasio Agregat/ Semen	Agregat Kasar		FAS	Jumlah Benda Uji
		Agregat Alami %	Agregat Buatan %		
1	6:1	42	58	0,25	9
				0,30	9
2	7:1	42	58	0,25	9
				0,30	9
Total Benda Uji					36

3.6.3. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji berdasarkan proporsi yang sudah ditentukan dan ditimbang sebelumnya. Benda uji yang digunakan yaitu benda uji silinder berukuran 100x200 mm dan 150x300 mm dengan menggunakan batang penusuk

15 mm dan *vibrator* standar Laboratorium dengan 3 kali pemadatan dan masing-masing 25 kali penusukan sambil dilakukan penggetaran mesin *viibrator*. Benda uji masing-masing dibuat 3 buah untuk pengujian kuat tekan pada umur 28 hari, pengujian kuat tarik pada umur 28 hari dan 3 buah untuk uji porositas pada umur 28 hari.

3.6.4. Perawatan Benda Uji (*Curing*)

Benda uji dibiarkan dalam cetakan selama 1 hari (24 jam), setelah 24 jam cetakan dibuka dan letakan benda uji ditempat perawatan. Dalam perawatan benda uji direndam dengan air normal sesuai dengan umur yang telah ditentukan yaitu 28 hari.



Gambar 3.8 Perawatan Benda Uji

3.7. Tahap Pengujian Beton Berpori

3.7.1. Uji Kuat Tekan

Setelah berumur 28 hari dilakukan uji kuat tekan yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar kuat tekan benda uji. Pengujian dilakukan dengan alat *Compressing Test Machine*. Data yang diperoleh ini adalah beban maksimum yang dapat diterima oleh benda uji. Kuat tekan dipengaruhi oleh luas permukaan maka kuat tekan dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

f_c' = Kuat tekan (kg/cm^2)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas bidang tekan



Gambar 3.9 Uji Tekan Benda Uji

3.7.2. Uji Kuat Tarik

Setelah berumur 28 hari dilakukan pengujian kuat tarik. Kekuatan Tarik dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan percobaan belah silinder (*the split cylinder*) dimana silinder ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm diberikan beban tegak lurus terhadap sumbu longitudinalnya dengan silinder ditempatkan secara horizontal diatas pelat mesin percobaan, benda uji terbelah dua pada saat dicapainya kekuatan tarik.

Kuat Tarik beton dihitung dengan rumus berikut:

$$f_t = \frac{2P}{\pi LD}$$

Keterangan:

f_t = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban pada waktu belah (N)

L = Panjang beban uji (mm)

D = Diameter benda uji (mm)



Gambar 3.10 Uji Tarik Benda Uji

3.7.2. Uji Porositas

Uji porositas dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Data untuk uji porositas diperoleh dari menghitung berat benda uji dalam beberapa kondisi yaitu, kondisi kering oven, kondisi dalam air, dan kondisi SSD. Nilai porositas dapat diperoleh dengan rumus berikut:

$$\text{Porositas} = \frac{C - A}{C - D} \times 100\%$$

Keterangan:

- A = Berat benda uji kering oven (kg)
- C = Berat benda uji kondisi SSD (kg)
- D = Berat benda uji dalam air (kg)



Gambar 3.11 Uji Porositas Benda Uji

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemeriksaan Agregat

4.1.1. Pemeriksaan Agregat Kasar Alami

1) Pemeriksaan Kadar Lumpur

Kadar lumpur yang diperoleh di pemeriksaan ini ialah 1,4%. Kadar lumpur tidak memenuhi standar SK SNI S-04-1989-F yaitu kadar lumpur maksimal untuk agregat kasar split maksimal 1%. Sehingga perlu dilakukan pencucian pada permukaan agregat.

2) Pemeriksaan Kadar Air

Pada pemeriksaan ini diperoleh kadar air agregat kasar sebesar 2,4%

3) Pemeriksaan Berat Volume

Pada pemeriksaan berat volume didapat rata-rata berat volume dalam keadaan padat sebesar 1,433 Kg/L, dalam keadaan goyangan 1,401 Kg/L, dalam keadaan lepas 1,370 Kg/L, dan rata-rata 1,401 Kg/L. Menurut SNI 03-1973-2008 batas minimum untuk berat volume agregat kasar ataupun agregat halus adalah 0,4-1,9 Kg/L. Sehingga berat volume agregat kasar memenuhi persyaratan untuk bahan campuran beton.

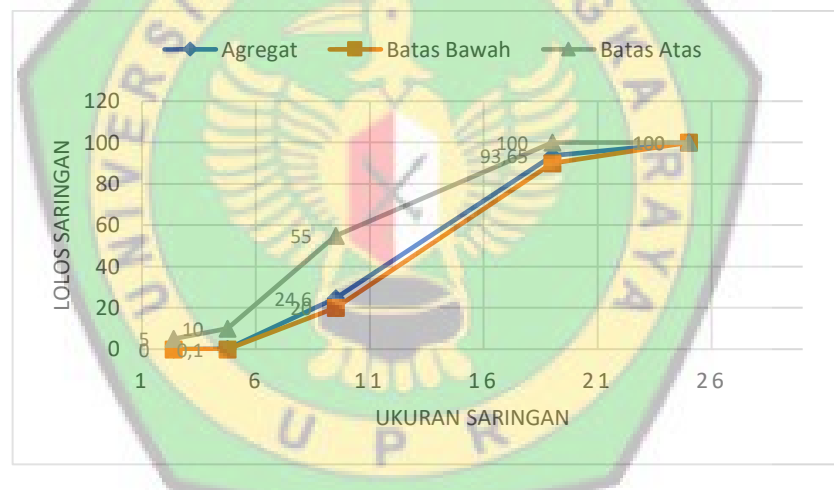
4) Pemeriksaan Gradasi

Gradasi agregat kasar yang digunakan mengacu pada SNI 2461-2014. Gradasi yang digunakan adalah zona II. Berikut hasil pemeriksaan gradasi agregat kasar.

Tabel 4.1 Gradasi Agregat Kasar Alami

Ukuran Saringan (mm)	Berat Wadah + Contoh (gr)	Berat Wadah (gr)	Berat Tertahan (gr)	Persentase Tertahan	Persentase Tertahan Komulatif	Persentase Lolos Komulatif	Spec. ASTM C33-90
25	473	473	0	0	0	100	100
19	524	397	127	6,35	6,35	93,65	90-100
9,5	1788	407	1381	69,05	75,4	24,6	20-55
4,75	1266	776	490	24,5	99,9	0,1	0-10
2,38	311	309	2	0,1	100	0	0-5
Pan	384	384	0	0	100	0	-
Jumlah			2000	100			

Sumber: Hasil Pengujian 2021



Gambar 4.1 Grafik Analisa Saringan Agregat Alami

Gradasi agregat berada pada batas yang diizinkan.

5) Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan diperoleh berat jenis curah (*bulk*) sebesar 2,55, berat jenis kering permukaan (*saturated surface dry*) sebesar 2,53, dan berat jenis semu (*apparent specific gravity*) sebesar 2,54. Standar minimum menurut SNI 03-1969-2008 adalah 2,5. Jadi, berat jenis agregat memenuhi standar untuk campuran beton.

Dari pengujian juga diperoleh penyerapan sebesar 0,02%. Standar minimum menurut SNI 03-1970-2008 adalah 3%. Jadi penyerapan agregat juga memenuhi standar untuk campuran beton.

6) Pemeriksaan Abrasi dan Keausan

Pada pemeriksaan ini diperoleh abrasi agregat kasar alami rata-rata sebesar 36,66%. Menurut SNI 03-2417-2008 keausan agregat yang ditentukan maksimal 40%. Jadi hasil dari pengujian agregat ini memenuhi standar untuk campuran beton.

4.1.2. Pemeriksaan Agregat Kasar Plastik

1) Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pada tahap ini kadar lumpur agregat plastik dianggap 0 hal ini dikarenakan selama pembuatan agregat plastik tidak berkontak dengan tanah. Selain itu agregat juga dibersihkan dengan air saat diuji dengan cara direndam di air.

2) Pemeriksaan Kadar Air

Pada pemeriksaan ini diperoleh kadar air agregat kasar sebesar 1,2 %

3) Pemeriksaan Berat Volume

Pada pemeriksaan berat volume didapat rata-rata berat volume dalam keadaan padat sebesar 0,6194 Kg/L, dalam keadaan goyangan 0,5986 Kg/L, dalam keadaan lepas 0,5656 Kg/L, dan rata-rata 0,59453 Kg/L. Menurut SNI 03-1973-2008 batas minimum untuk berat volume agregat kasar ataupun agregat halus adalah 0,4-1,9 Kg/L. Sehingga berat volume agregat kasar memenuhi persyaratan untuk bahan campuran beton.

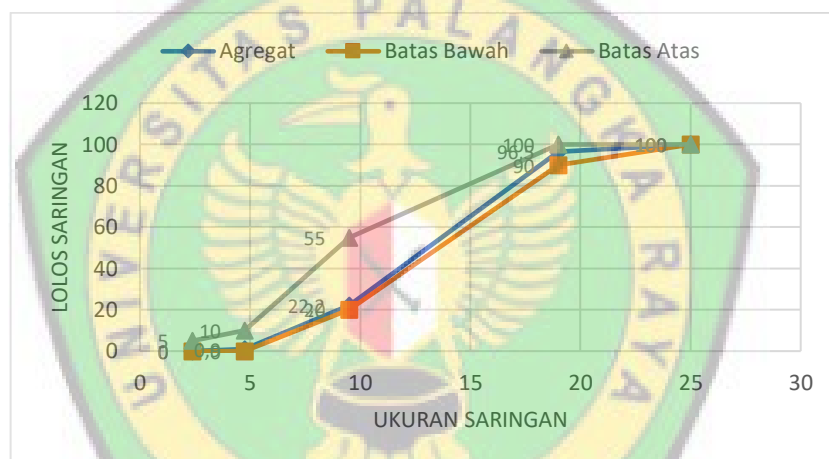
4) Pemeriksaan Gradasi

Gradasi agregat kasar yang digunakan mengacu pada SNI 2461-2014. Gradasi yang digunakan adalah zona II. Berikut hasil pemeriksaan gradasi agregat kasar.

Tabel 4.2 Gradasi Agregat Kasar Plastik

Ukuran Saringan (mm)	Berat Wadah + Contoh (gr)	Berat Wadah (gr)	Berat Tertahan (gr)	Persentase Tertahan	Persentase Tertahan Komulatif	Persentase Lolos Komulatif	Spec. ASTM C33-90
25	473	473	0	0	0	100	100
19	467	397	70	3,5	3,5	96,5	90-100
9,5	1893	407	1486	74,3	77,8	22,2	20-55
4,75	1202	776	426	21,3	99,1	0,9	0-10
2,38	327	309	18	0,9	100	0	0-5
Pan	384	384	0	0	100	0	-
Jumlah			2000	100			

Sumber: Pengujian 2021



Gambar 4.2 Grafik Analisa Saringan Agregat Plastik

Gradasi agregat berada pada zona yang diizinkan.

5) Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan diperoleh berat jenis curah (*bulk*) sebesar 1,33, berat jenis kering permukaan (*saturated surface dry*) sebesar 1,31, dan berat jenis semu (*apparent specific gravity*) sebesar 1,32. Standar minimum menurut SNI 03-1969-2008 adalah 2,5. Jadi, berat jenis agregat tidak memenuhi standar untuk campuran beton.

Dari pengujian juga diperoleh penyerapan sebesar 1,42%. Standar minimum menurut SNI 03-1970-2008 adalah 3%. Jadi penyerapan agregat juga memenuhi standar untuk campuran beton.

6) Pemeriksaan Abrasi dan Keausan

Pada pemeriksaan ini diperoleh abrasi agregat kasar alami rata-rata sebesar 36,68%. Menurut SNI 03-2417-2008 keausan agregat yang ditentukan maksimal 40%. Jadi hasil dari pengujian agregat ini memenuhi standar untuk campuran beton.

4.2. Pemeriksaan Slump Beton

Uji slump beton dimaksudkan untuk mengetahui homogenitas dan *workability*. Dari uji slump benda uji beton diperoleh nilai slump sebagai berikut:

Tabel 4.3 Slump Beton Berpori dengan Agregat Plastik

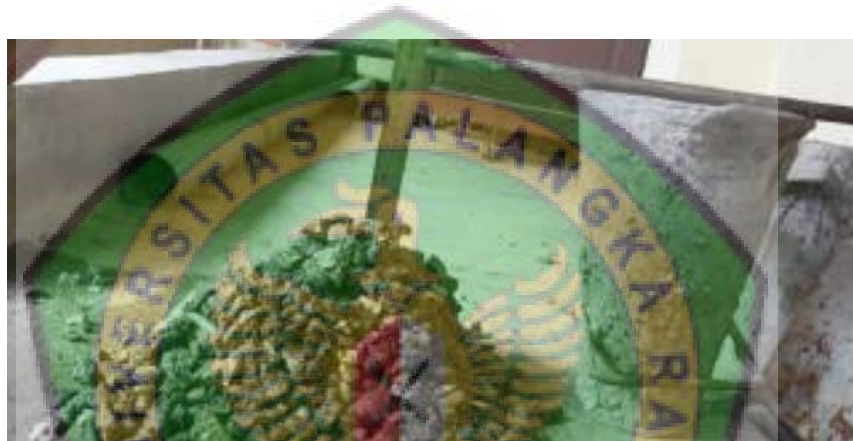
No	Rasio Agregat/Semen	Agregat Kasar		FAS	Slump	Rata-rata
		Alami %	Buatan %			
1	6:1	42	58	0,25	14	13,6
					14	
					13	
				0,30	15	14,3
					14	
					14	
2	7:1	42	58	0,25	14	14,3
					15	
					15	
				0,30	15	14
					15	
					14	

Sumber: Hasil Pengujian 2021

Tabel 4.4 Slump Beton Berpori Normal

No	Rasio Agregat/Semen	FAS	Slump
1	6:1	0,25	10
		0,30	12
2	7:1	0,25	11
		0,30	11

Sumber: Hasil Pengujian 2021



Gambar 4.3 Pemeriksaan Slump

4.3. Pemeriksaan Berat Isi Beton Segar

Dari pemeriksaan uji beton diperoleh nilai sebagai berikut

Tabel 4.5 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Beton Plastik

No	Uraian	Hasil
1	Berat Wadah	5,35
2	Berat Benda Uji + Wadah	10,9 Kg
3	Volume Wadah	0,005 m ³
4	Berat Benda Uji	5,55 Kg
5	Berat Isi Beton Segar	1110 Kg/m ³

Sumber: Hasil Pengujian 2021

Dari hasil pemeriksaan diperoleh berat segar beton rata-rata sebesar 1110 Kg/m³.

Tabel 4.6 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Beton Normal

No	Uraian	Hasil
1	Berat Wadah	5,87
2	Berat Benda Uji + Wadah	14,2 Kg
3	Volume Wadah	0,005 m ³
4	Berat Benda Uji	8,33 Kg
5	Berat Isi Beton Segar	1660 Kg/m ³

Sumber: Hasil Pengujian 2021

Dari hasil pemeriksaan diperoleh berat segar beton rata-rata sebesar 1660 Kg/m³.

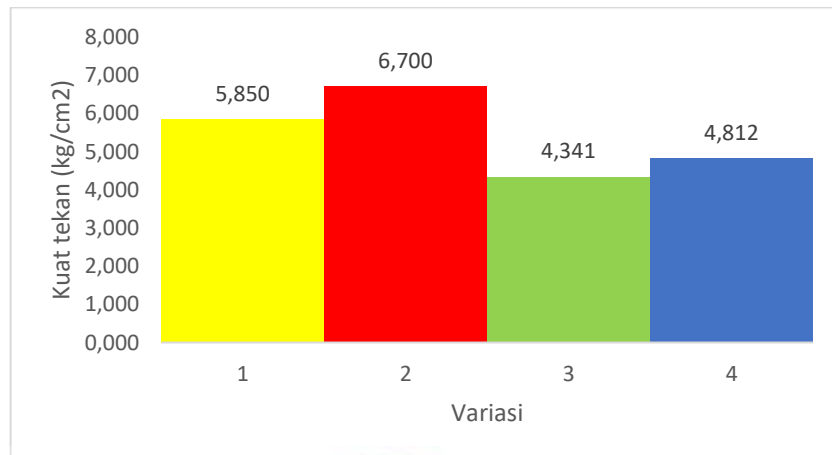
4.4. Pengujian Kuat Tekan

Pada pengujian kuat tekan dilakukan saat beton berumur 28 hari. Berikut hasil dari uji kuat beton yang diperoleh.

Tabel 4.7 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Berpori dengan Agregat Plastik

Variasi	Luas Bidang Tekan	Rasio Agregat/ Semen	Agregat Kasar		FAS	Beban Maksimum (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Rata-rata			
			Agregat Alami %	Agregat Buatan %							
1	176,71 cm ²	6:1	42	58	0,25	1100	6,228	5,850			
						1000	5,662				
						1000	5,662				
2						0,3	1200	6,794	6,700		
							1150	6,511			
							1200	6,794			
3			7:1	42	58	0,25	850	4,812	4,341		
							750	4,246			
							700	3,963			
4								0,3	850	4,812	4,812
									850	4,812	
									850	4,812	

Sumber: Hasil Pengujian 2021

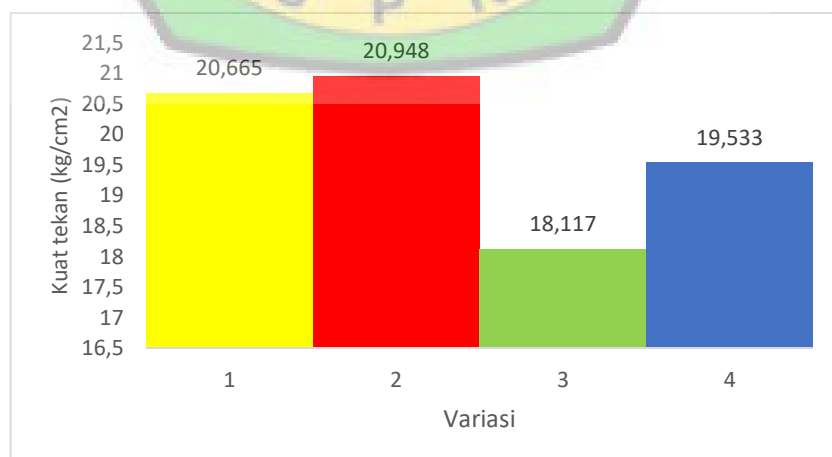


Gambar 4.4 Hubungan Kuat Tekan dengan Variasi Beton Agregat Plastik

Tabel 4.8 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Berpori dengan Agregat Normal

Var	Rasio Agregat/Semen	FAS	Beban Maksimum Kg	Kuat Tekan Kg/cm ²
		0,25	3650	20,665
1	6:1	0,30	3700	20,948
2		0,25	3200	18,117
3	7:1	0,30	3450	19,533
4				

Sumber: Hasil Pengujian 2021



Gambar 4.5 Hubungan Kuat Tekan dengan Variasi Beton Normal

Dari pengujian kuat tekan beton seperti pada tabel dan grafik diatas diketahui penurunan kuat tekan dari variasi beton berpori tanpa agregat plastik ke variasi beton dengan agregat plastik. Variasi 2 adalah variasi dengan kuat tekan terbesar pada masing-masing beton dengan dan tanpa agregat plastik. Beton berpori dengan agregat plastik variasi 2 dengan kuat tekan rata-rata 6,700 kg/cm² dan beton berpori tanpa agregat plastik variasi 2 dengan kuat tekan rata-rata 20,948kg/cm². Dari hasil pengujian juga dapat dilihat beton berpori dengan agregat plastik mengalami penurunan jika dibandingkan dengan beton berpori tanpa agregat plastik

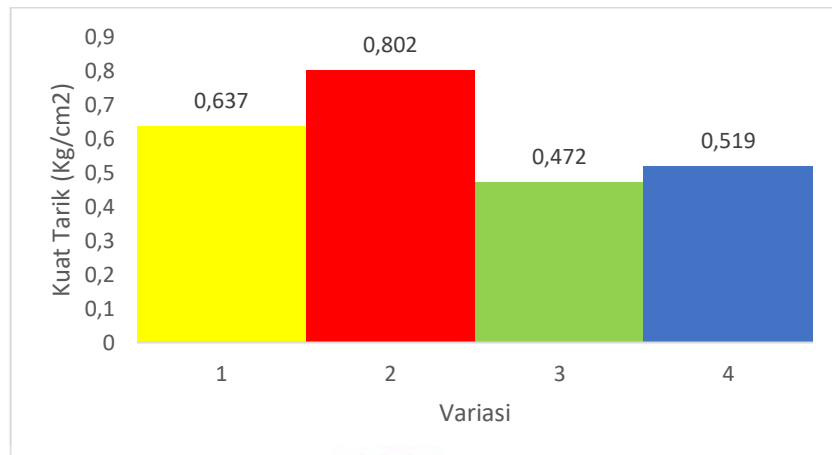
4.5. Pengujian Kuat Tarik

Pada pengujian kuat tarik dilakukan saat beton berumur 28 hari. Berikut hasil dari uji kuat beton yang diperoleh.

Tabel 4.9 Hasil Uji Kuat Tarik Beton Berpori Plastik

Var	Diameter Benda Uji (mm)	Panjang Benda Uji (mm)	Rasio Agregat/ Semen	Agregat Kasar		FAS	Beban Maksimum	Kuat Tarik	Rata-rata		
				Agregat Alami %	Agregat Buatan %						
1	150	300	6:1	42	58	0,25	450	0,637	0,637		
							450	0,637			
							450	0,637			
2			150	300	6:1	42	58	0,3	500	0,708	0,802
									600	0,849	
									600	0,849	
3	150	300			7:1	42	58	0,25	350	0,495	0,472
									300	0,425	
									350	0,495	
4			150	300	7:1	42	58	0,3	400	0,566	0,519
									350	0,495	
									350	0,495	

Sumber: Hasil Pengujian 2021

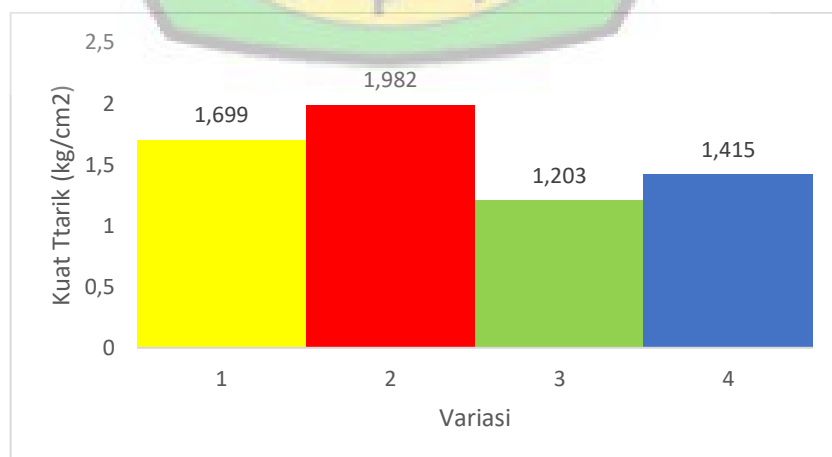


Gambar 4.6 Hubungan Kuat Tarik dengan Variasi Beton Agregat Plastik

Tabel 4.10 Hasil Uji Kuat Tarik Beton Berpori Normal

Var	Rasio Agregat/Semen	FAS	Beban Maksimum	Kuat Tarik
1	6:1	0,25	1200	1,699
2		0,30	1400	1,982
3	7:1	0,25	850	1,203
4		0,30	1000	1,415

Sumber: Hasil Pengujian 2021



Gambar 4.7 Hubungan Kuat Tarik dengan Variasi Beton Agregat Normal

Pada pengujian kuat tarik beton berpori diperoleh kuat tarik terbesar berada pada variasi 2 beton berpori. Baik dengan agregat plastik ataupun tanpa agregat plastik dengan masing-masing nilai 0,802kg/cm² untuk variasi 2 dengan agregat plastik dan 1,982kg/cm² pada variasi 2 beton tanpa agregat plastik. Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa nilai kuat tarik beton berpori dengan agregat plastik mengalami penurunan jika dibandingkan dengan beton berpori tanpa agregat plastik.

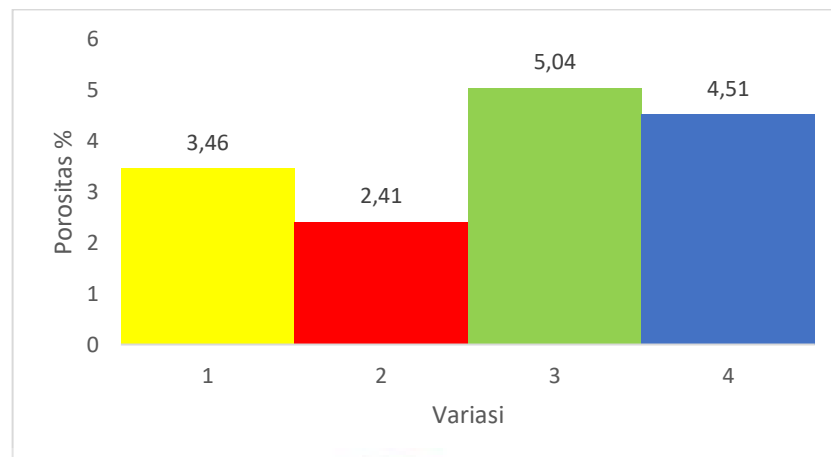
4.6. Pengujian Porositas

Pada pengujian ini di peroleh nilai porositas sebagai berikut.

Tabel 4.11 Hasil Uji Porositas Beton Berpori Plastik

Var	Agregat Kasar		FAS	Berat Benda Uji Kering Oven	Berat Benda Uji Kondisi SSD	Berat Benda Uji Dalam Air	Porositas	Rata-rata
	Agregat Alami %	Agregat Buatan %						
1	42	58	0,25	1976	1998	1363	3,46	3,36
				1968	1988	1353	3,15	
				1970	1992	1357	3,46	
2	42	58	0,3	2089	2103	1468	2,20	2,41
				2074	2091	1456	2,68	
				2095	2110	1475	2,36	
3	42	58	0,25	2038	2067	1432	4,57	5,04
				2059	2093	1458	5,35	
				2053	2086	1451	5,20	
4	42	58	0,3	2267	2298	1663	4,88	4,51
				2299	2326	1691	4,25	
				2286	2314	1679	4,41	

Sumber: Pengujian 2021

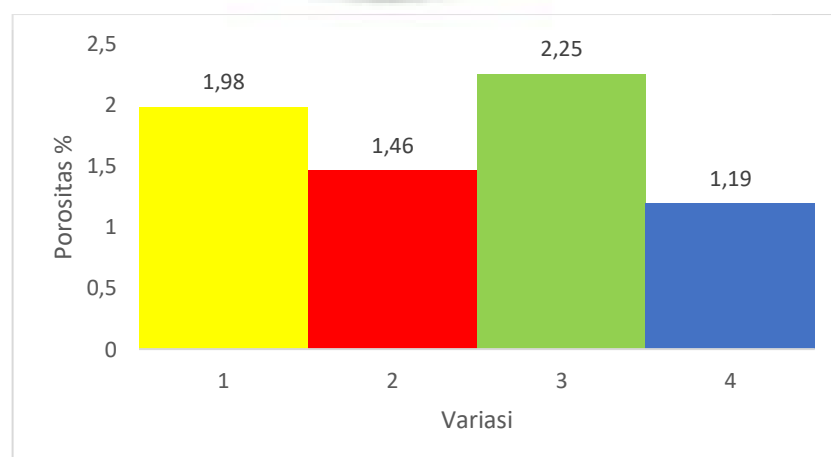


Gambar 4.8 Hubungan Porositas dengan Variasi Beton Agregat Plastik

Tabel 4.12 Hasil Uji Porositas Beton Berpori Normal

Var	Rasio Agregat/Semen	FAS	Berat Benda Uji Kering Oven	Berat Benda Uji Kondisi SSD	Berat Benda Uji Dalam Air	Porositas
1	6:1	0,25	2811	2826	2070	1,98
2		0,30	2768	2779	2023	1,46
3	7:1	0,25	3011	3028	2272	2,25
4		0,30	3027	3036	2280	1,19

Sumber: Hasil Pengujian 2021



Gambar 4.9 Hubungan Porositas dengan Variasi Beton Agregat Normal

Pada pengujian porositas seperti yang terlihat pada tabel dan grafik diatas. Hasil pengujian beton pada variasi 3 memiliki nilai porositas tertinggi dibandingkan variasi lainnya dengan nilai porositas masing-masing 5,04% untuk variasi 3 beton berpori dengan agregat plastik dan 2,25% untuk variasi 3 beton tanpa agregat plastik. Dari pengujian dapat diketahui bahwa dengan menggunakan agregat plastik dengan persentase tertentu dapat meningkatkan nilai porositas beton berpori.

4.7. Perbandingan Hasil Penelitian

Setelah dilakukan penelitian terhadap agregat plastik, dapat dilakukan perbandingan hasil pengujian penyusun dengan hasil pengujian pada penelitian sebelumnya. Hal ini berguna untuk mengetahui variabel nilai apa saja yang mengalami kenaikan dan juga penurunan. Perbandingan hasil penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.13 Perbandingan Hasil Penelitian

PENELITI	JENIS KOMBINASI CAMPURAN BETON BERPORI	KOMPOSISI BAHAN BARU	HASIL TERBAIK	TIPE BETON	PEMBUATAN BENDA UJI
Daryanto, Ary, dan Kusno Adi (2017)	Agregat alami dengan variasi FAS	-	Kuat tekan 5,190 MPa, kuat lentur 0,383 MPa, dan porositas 20,613% dengan FAS 0,30	Non struktural	Variasi FAS (0,30, 0,35, dan 0,40)

Dandi, Dwi, dan Shanti (2020)	Variasi perbandingan agregat kasar terhadap semen	-	Kuat tekan 16,03 MPa pada perbandingan rasio agregat semen 3:1, dan porositas terbesar 29,37% pada rasio agregat semen 6:1	Non Struktural	Variasi Agregat Semen 3:1, 4:1, 5:1, dan 6:1
Zulham (2021)	Substitusi sebagian agregat dengan agregat buatan dari plastik PET, dengan 2 jenis rasio agregat:semen, dan 2 macam variasi FAS	Plastik PET	Kuat tekan 6,700 kg/cm ² , Kuat tarik 0,802 kg/cm ² , dan porositas 1,46 %. Pada campuran 58% agregat plastik, 42% agregat alami, rasio agregat	Non struktural	Substitusi 58% agregat buatan, 42% agregat alami, variasi rasio agregat semen 6:1 dan 7:1, variasi FAS 0,25 dan 0,30

			semen 6:1 dan FAS 0,30		
--	--	--	------------------------------	--	--



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data-data penelitian pemanfaatan limbah plastik PET sebagai bahan agregat buatan untuk beton berpori dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Kadar air agregat plastik sebesar 1,2%, berat volume dalam keadaan padat 0,6194 kg/L, keadaan goyang 0,5986 kg/L, dan keadaan lepas 0,5656 kg/L hal ini memenuhi syarat batas 0,4-1,9 kg/L. Berat jenis curah 1,33, berat jenis kering permukaan 1,31, dan berat jenis semu 1,32, berat jenis ini sayangnya tidak memenuhi standar karena terlalu ringan dengan standar batas berat jenis 2,5-2,7. Penyerapan sebesar 1,42% dan memenuhi standar maksimum 3%. Abrasi 36,68% juga memenuhi standar maksimum 40%, untuk abrasi mengacu pada SNI 2461-2014 zona II.
2. Setelah pengujian uji tekan didapat kuat tekan pada beton berpori dengan agregat menurun drastis jika dibandingkan dengan dengan beton berpori tanpa agregat plastik, begitu pula dengan kuat tariknya. Sedangkan untuk porositas beton berpori dengan agregat plastik mengalami kenaikan dibandingkan beton tanpa agregat plastik

5.2. Saran

Setelah dilakukan penelitian dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Dalam pembuatan limbah plastik menjadi agregat plastik diperlukan perlakuan khusus. Hal ini bertujuan agar plastik tidak mengalami dekomposisi saat di buat menjadi agregat atau agar sifat plastik tidak berubah. Hal ini penting dikarenakan sifat plastik yang sebelumnya elastis dan kuat terhadap beberapa jenis zat jika salah pengolahan bisa saja berubah menjadi rapuh dan tidak elastis lagi. Salah satu hal yang perlu diperhatikan saat pembuatan adalah suhu, media pembuatan, dan udara.
2. Perlu dilakukan percobaan berkali-kali untuk bisa memperoleh hasil maksimal

DAFTAR PUSTAKA

- Sudarmono, Setiono, K. J., dan Kusumastiti, D. R. 2015. Limbah Kantong Plastik untuk Campuran Beton Solusi Rumah Murah. *Prosiding Sentrinov*, **001**(1), hal 2477-2097.
- Candra A.I, dkk. 2019. Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok Filter Sebagai Bahan Campuran Beton Ringan Berpori. *UkaRsT*. Vol.**3**(1), hal 76-85
- Prabowo, D.A., Setyawan, A., dan Sambowo, K.A. 2013. Desain Beton Berpori Untuk Perkerasan Jalan yang Ramah Lingkungan. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*. hal 96 – 102.
- Darwis, Z., Baehaki, dan Supriyadi, Hery. 2017. Beton Non-Pasir dengan Penggunaan Agregat Lokal dari Merak. *Jurnal Fondasi*, **6**(1), hal 101 – 111.
- Sari, K.I., dan Nusa, A.B. 2019. Pemanfaatan Limbah Plastik HDPE (*High Density Polyethelene*). **15**(1), hal 29 – 33.
- Widhiarto, H., dan Sujatmiko, B. 2012. Analisis Campuran Beton Berpori dengan Agregat Bergradasi Terpisah Ditinjau Terhadap Mutu dan Biaya. *Jurnal Teknik Sipil Untag Surabaya*. **05**(02), hal 24 – 30.
- Ginting, Ahmad. 2015. Kuat Tekan dan Porositas Beton Porous dengan Bahan Pengisi *Styrofoam*. **11**(02). hal 76-168.
- Wijaya, M. 2020. Limbah Plastik *Polyethelene Terephtalate* (PET) Sebagai Subtitusi Agregat Kasar Pada Campuran Beton Ringan. *Laporan Penelitian UPR*. Palangka Raya.
- H, Anggraeni Nurfitri. 2020. Analisis Mutu dan Biaya Beton Berpori Menggunakan Limbah Botol Plastik PET untuk Trotoar. *Laporan Penelitian UIN Sunan Ampel*. Surabaya.
- Jumiati, E dan Masthura. 2018. Pembuatan Beton Ringan Berbasis Sampah Organik. *FISITEK : Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi*, **2**(1), hal 15-22.

- Husaini dan Mahdi. 2015. Penggunaan Limbah Botol Plastik Sebagai Agregat Pada Campuran Beton dengan Penambahan Silika Fume. *Jurnal Lentera*, **15**(15), hal 109-123.
- Rommel, Erwin. 2013. Pembuatan Beton Ringan dari Agregat Buatan Berbahan Plastik. *Jurnal Gamma*, **9**(1), hal 137-147.
- Rizqy, M. A., dan Nursyamsi. 2013. Pembuatan Beton Ringan Beragregat Limbah Plastik High Density Polyethylene (HDPE) dengan Penambahan Silica Fume. *Jurnal Teknik Sipil*, **3**(1), hal 50-58.

