

SKRIPSI

**KAJIAN HUBUNGAN KUAT TEKAN MORTAR TERHADAP KUAT  
TEKAN BETON DENGAN VARIASI FAS MENGGUNAKAN PASIR  
SUNGAI KAHAYAN DI KOTA PALANGKA RAYA UNTUK KOMPOSISI  
BETON MUTU NORMAL**

Oleh:

**ANNISA WULANDARI**  
NIM. DAB 115 067



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
PALANGKA RAYA  
2021

**KAJIAN HUBUNGAN KUAT TEKAN MORTAR TERHADAP KUAT TEKAN  
BETON DENGAN VARIASI FAS MENGGUNAKAN PASIR SUNGAI KAHAYAN DI  
KOTA PALANGKA RAYA UNTUK KOMPOSISI BETON MUTU NORMAL**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh:

**ANNISA WULANDARI**  
NIM. DAB 115 067

**Disetujui sesuai dengan revisi dalam Form  
Rekomendasi dan Berita Acara Ujian Skripsi**

Pembimbing Utama



(Ir. MARYANTO, M.T.)  
NIP. 196603081993021001

Pembimbing Pendamping



(FRIEDA, S.T., M.T.)  
NIP. 197212231997022002

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,



(Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.)  
NIP. 197806082005011003

**KAJIAN HUBUNGAN KUAT TEKAN MORTAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON  
DENGAN VARIASI FAS MENGGUNAKAN PASIR SUNGAI KAHAYAN DI KOTA  
PALANGKA RAYA UNTUK KOMPOSISI BETON MUTU NORMAL**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Strata-I pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya


Oleh :

**ANNISA WULANDARI**  
NIM. DAB 115 067

**Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:**

Hari/Tanggal : Kamis / 1 Juli 2021  
Waktu : 11.00 – 13.00 WIB  
Tempat : Ruang Sidang Jurusan Teknik Sipil

1. Ir. MARYANTO, M.T.  
NIP. 196603081993021001
2. FRIEDA, S.T., M.T.  
NIP. 197212231997022002
3. LILIANA, S.T., M.T.  
NIP. 197002211994032001
4. FRANCISCO H.R.H. BARU, S.T., M.Si.  
NIP. 197404201999031002

  
..... ( Pembimbing Utama/Pertama )  
..... ( Pembimbing Pendamping/Kedua )  
..... ( Anggota )  
..... ( Anggota )

Mengetahui:

Fakultas Teknik  
Universitas Palangka Raya  
Dekan,  
  
Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.  
NIP. 195111191993021001

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Palangka Raya  
Ketua,  
  
Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.  
NIP. 197806082005011003

## BIODATA MAHASISWA



### Data Pribadi

Nama : Annisa Wulandari  
NIM : DAB 115 067  
Tempat, Tanggal lahir : Palangka Raya, 29 Mei 1997  
Status : Belum Menikah  
Agama : Islam  
Pekerjaan : Mahasiswa  
No. Telp Rumah : -  
Alamat di Palangka Raya : Jl. Temanggung Tilung No.174  
Email : annisawullan@gmail.com  
No Hp : 0852 2031 1353  
No Wa : 0852 2031 1353  
Facebook : Annisa Wulandari  
Instagram : annisawuland  
Line : -  
Nama Ayah : Sutaryadi (Alm.)  
Pekerjaan Ayah : -  
Alamat : -  
No. Hp : -  
Nama Ibu : Siti Saniah  
Pekerjaan Ibu : Pedagang  
Alamat : Jl. Temanggung Tilung No.174  
No. HP : 0812 5087 4409

### Riwayat Pendidikan\*)

- TK : TK Islam Darussalam Palangka Raya (2001-2003)
- SD : SDN 4 Menteng Palangka Raya (2003-2009)
- SLTP : SMPN 2 Palangka Raya (2009-2012)
- SLTA : SMAN 2 Palangka Raya (2012-2015)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan Agustus 2015

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh bahwa Skripsi saya belum pernah dipakai sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun. Segala kutipan dan pikiran dari berbagai sumber telah diungkapkan sebagaimana disebutkan lengkap dalam daftar pustaka. Apabila kemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, 17 Juli 2021

Yang membuat pernyataan



ANNISA WULANDARI

NIM. DAB 115 067

## RINGKASAN

**KAJIAN HUBUNGAN KUAT TEKAN MORTAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI FAS MENGGUNAKAN PASIR SUNGAI KAHAYAN DI KOTA PALANGKA RAYA UNTUK KOMPOSISI BETON MUTU NORMAL,** Annisa Wulandari, 2021, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Di Kota Palangka Raya saat ini pasir sungai yang berasal dari Sungai Kahayan masih digunakan sebagai agregat halus dalam pembuatan beton. Penelitian bahan beton menggunakan material pasir Sungai Kahayan oleh Mariati (2015) menunjukkan bahwa dengan *mix design* standar SNI untuk beton mutu normal tanpa bahan tambah, tidak menjamin akan tercapainya target mutu beton yang direncanakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari perubahan campuran beton serta pengaruh sifat mortar terhadap sifat beton yang menggunakan material agregat halus pasir Sungai Kahayan.

Jenis penelitian yang digunakan adalah dengan metode eksperimen atau percobaan di laboratorium. Benda uji yang dibuat berupa mortar dengan diameter 5 cm, tinggi 10 cm, dan beton dengan diameter 15 cm, tinggi 30 cm dengan tiga mutu beton yaitu 20 MPa, 22,5 MPa, dan 25 MPa. Pada penelitian ini, sebagai campuran kontrol ialah hasil *mix design* yang diperoleh dari SNI 03-2834-2000 kemudian dilakukan variasi pada komposisi jumlah semen dan faktor air semen. Variasi penambahan jumlah semen yaitu sebesar 10%, 20%, 30%, 40% dan pengurangan jumlah semen 5% dan 10% dari berat semen pada campuran kontrol. Variasi faktor air semen (FAS) yaitu FAS tetap dengan nilai 0,5 (mutu beton 25 MPa) dan FAS variatif pada mutu beton 20 MPa, 22,5 MPa, dan 25 MPa.

Hasil penelitian menunjukkan karakter perubahan campuran mortar dan beton akibat variasi FAS dan perubahan kadar semen adalah serupa. Kuat tekan meningkat seiring penurunan FAS dan penambahan kadar semen, demikian sebaliknya penurunan kuat tekan terjadi pada saat nilai FAS meningkat dan kadar semen berkurang. Dengan upaya yang telah dilakukan untuk pencapaian peningkatan kuat tekan dengan perlakuan penurunan FAS (hingga 0,357 dari 0,50) dan penambahan semen (hingga 40% dari kadar semen standar), kuat tekan target mortar dan beton yang menggunakan pasir penelitian belum dapat diperoleh.

**Kata kunci:** Faktor Air Semen (FAS), Mortar, Pasir Sungai Kahayan, Beton Mutu Normal

## SUMMARY

***STUDY OF CORRELATION BETWEEN MORTAR COMPRESSIVE STRENGTH AND CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH WITH WATER/CEMENT RATIO VARIATIONS USING KAHAYAN RIVER SAND IN PALANGKA RAYA FOR NORMAL CONCRETE STRENGTH COMPOSITIONS***, Annisa Wulandari, 2021, Civil Engineering Study Program/Major, Faculty of Engineering, Palangka Raya University.

*In Palangka Raya, Kahayan river sand is currently used as fine aggregate in the concrete mixture. Research on concrete materials using Kahayan River sand by Mariati (2015) shows that the SNI mix design standard for normal strength concrete without admixture does not guarantee the target of compressive strength is reached. This study aims to determine the characteristics of the change in the concrete mixture and the effect of mortar properties on concrete properties using the fine aggregate of Kahayan River sand.*

*The type of research used is an experimental method or laboratory experiment. The specimens made in the form of mortar with 5 cm diameter and 10 cm height, and concrete with 15 cm diameter and 30 cm height with three concrete qualities, that is 20 MPa, 22.5 MPa, and 25 MPa. In this research, as a control mixture is the result of mix design obtained from SNI 03-2834-2000 then the variations were made of the amount of cement and water cement ratio. The variations of addition in the amount of cement were 10%, 20%, 30%, 40% and the reduction of cement content were 5% and 10% of cement weight of the control mixture. Variations in the water/cement ratio (w/c) were constant water/cement ratio with value of 0.5 (25 MPa concrete strength) and varied water/cement ratio at 20 MPa, 22.5 MPa, and 25 MPa concrete strength.*

*The results showed that the character of changes in the mixture of mortar and concrete due to w/c variations and changes in cement content were similar. The compressive strength increases with the decrease in w/c and the addition of cement content, on the other hand the decrease in compressive strength occurs when the w/c value increases and the cement content decreases. With the efforts that have been made to achieve an increase in compressive strength with w/c reduction treatment (up to 0.357 from 0.50) and the addition of cement (up to 40% of the standard cement content), the target compressive strength of mortar and concrete using research sand has not been obtained.*

**Keywords:** *Water/cement Ratio, Mortar, Kahayan River Sand, Normal Concrete Strength*

## **PRAKATA**

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT karena atas berkat dan Karunia-Nya, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “KAJIAN HUBUNGAN KUAT TEKAN MORTAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI FAS MENGGUNAKAN PASIR SUNGAI KAHAYAN DI KOTA PALANGKA RAYA UNTUK KOMPOSISI BETON MUTU NORMAL” disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

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

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, 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.
3. Bapak Dr. Sutan Parasian Silitonga, S.T.P., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan 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 Robby, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik.
7. Bapak Ir. Maryanto, M.T. selaku Ketua Penguji/Penguji 1 Skripsi.
8. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Sekretaris/Penguji 2 Skripsi.
9. Ibu Liliana, S.T., M.T. selaku Penguji 3 Skripsi.
10. Bapak Fransisco Happy Riadi Haputra Baru, S.T., M.Si. selaku Penguji 4 Skripsi dan Ketua KBK Rekayasa Struktur.
11. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Staf Tata Usaha, dan Staf Akademik di Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
12. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2015 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

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

Palangka Raya, Juli 2021

**ANNISA WULANDARI**  
NIM. DAB 115 067

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>BIODATA PENULIS</b> .....	iv
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	v
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>SUMMARY</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Masalah .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
1.6 Lokasi Penelitian dan Pengambilan Material .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Umum .....	9
2.2 Beton .....	9
2.3 Material Penyusun Beton .....	10
2.3.1 Semen .....	10
2.3.2 Air .....	13
2.3.3 Agregat .....	13

	Halaman
2.3.3.1 Agregat Halus.....	15
2.3.3.2 Agregat Kasar.....	21
2.4 Kuat Tekan Beton.....	23
2.5 <i>Workability</i> Beton .....	27
2.6 Beton Mutu Normal .....	27
2.7 Pola Retak Beton.....	29
2.8 Mortar.....	31
2.9 Kelecekan Mortar .....	33
2.10 Kuat Tekan Mortar .....	33
2.11 Kajian Penelitian Terdahulu.....	34
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Jenis Penelitian.....	38
3.2 Persiapan Bahan .....	38
3.3 Persiapan Peralatan Penelitian .....	39
3.4 Pemeriksaan Bahan .....	40
3.5 Perencanaan Campuran ( <i>MixDesign</i> ) Beton .....	41
3.6 Perencanaan Campuran Mortar .....	42
3.7 Uji <i>Slump</i> menurut SNI 1972:2008.....	42
3.8 Pembuatan Benda Uji.....	42
3.8.1 Pembuatan Benda Uji Mortar .....	43
3.8.2 Pembuatan Benda Uji Beton.....	44
3.8.3 Data Pembuatan Benda Uji Mortar dan Beton.....	45
3.9 Perawatan Benda Uji.....	47
3.10 Pengujian Kuat Tekan .....	47
3.10.1 Uji Kuat Tekan Mortar .....	48
3.10.2 Uji Kuat Tekan Beton.....	48
3.11 Analisis Data .....	49
3.12 Kesimpulan dan Pembuatan Laporan.....	49
3.13 Bagan Alir Tahapan Penelitian .....	50
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Karakteristik Agregat .....	52
4.1.1 Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus dan Agregat Kasar....	52

4.1.2	Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar .....	53
4.1.3	Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus dan Agregat Kasar .....	57
4.1.4	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus dan Agregat Kasar .....	58
4.1.5	Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus dan Agregat Kasar...	59
4.1.6	Pemeriksaan Abrasi (keausan) Agregat Halus dan Agregat Kasar dengan mesin <i>Los Angeles</i> .....	60
4.1.7	Kelebihan dan Kekurangan Agregat Halus Pasir Sungai Kahayan .....	61
4.2	Komposisi Campuran Mortar dan Beton.....	62
4.3	Karakteristik Beton Segar .....	64
4.3.1	Berat Isi Beton Segar .....	64
4.3.2	Hasil Pemeriksaan <i>Slump</i> Beton .....	65
4.3.3	Hubungan FAS terhadap <i>Slump</i> Beton .....	66
4.3.4	Hubungan Pasir/ <i>Cement Ratio</i> terhadap <i>Slump</i> Beton.....	69
4.3.5	Hubungan Kuat Tekan Beton terhadap <i>Slump</i> Beton .....	71
4.4	Karakteristik Mortar dan Beton Keras .....	74
4.4.1	Kuat Tekan Mortar FAS Variatif .....	74
4.4.2	Kuat Tekan Mortar FAS Tetap .....	76
4.4.3	Kuat Tekan Beton FAS Variatif.....	77
4.4.4	Kuat Tekan Beton FAS Tetap.....	79
4.5	Pengaruh Perubahan Kadar Semen pada Kuat Tekan Mortar dan Beton .....	81
4.5.1	Pengaruh Perubahan Kadar Semen pada Kuat Tekan Mortar dan Beton FAS Variatif .....	81
4.5.2	Pengaruh Perubahan Kadar Semen pada Kuat Tekan Mortar dan Beton FAS Tetap.....	83
4.6	Pengaruh Variasi Faktor Air Semen (FAS) pada Kuat Tekan Mortar dan Beton .....	84
4.6.1	Pengaruh Faktor Air Semen pada Kuat Tekan Mortar dan Beton FAS Variatif.....	84

	Halaman
4.6.2 Pengaruh Faktor Air Semen pada Kuat Tekan Mortar dan Beton	
FAS Tetap .....	86
4.7 Hubungan Kuat Tekan Mortar terhadap Kuat Tekan Beton .....	88
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	92
5.2 Saran.....	94
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Batas-batas Gradasi Agregat Halus.....	17
Tabel 2.2 Karakteristik Agregat Lokal Pasir Sungai Kahayan .....	20
Tabel 2.3 Batas-batas Gradasi Agregat Kasar.....	22
Tabel 2.4 Beberapa Jenis Beton menurut Kuat Tekannya .....	27
Tabel 2.5 Mutu Beton dan Penggunaannya.....	28
Tabel 2.6 Klasifikasi Beton menurut Kuat Tekan.....	29
Tabel 3.1 Data Pembuatan Benda Uji Mortar dan Beton FAS Variatif.....	45
Tabel 3.2 Data Pembuatan Benda Uji Beton dan Mortar FAS Tetap 0,5 .....	46
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Berat Volume Pasir Sungai Kahayan.....	52
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berat Volume Batu Pecah Tangkiling .....	52
Tabel 4.3 Analisis Saringan Pasir Sungai Kahayan .....	53
Tabel 4.4 Analisis Saringan Batu Pecah Tangkiling.....	55
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Air Pasir Sungai Kahayan .....	57
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kadar Air Batu Pecah Tangkiling.....	57
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Pasir Sungai Kahayan.....	58
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Batu Pecah Tangkiling .....	58
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Pasir Sungai Kahayan .....	59
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Batu Pecah Tangkiling .....	60
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Abrasi Batu Pecah Tangkiling .....	61
Tabel 4.12 Kelebihan dan Kekurangan Agregat Lokal Pasir Sungai Kahayan.....	62
Tabel 4.13 Komposisi Campuran Mortar dan Beton Mutu 20 MPa FAS Variatif .....	63
Tabel 4.14 Komposisi Campuran Mortar dan Beton Mutu 22,5 MPa FAS Variatif .....	63

Tabel 4.15	Komposisi Campuran Mortar dan Beton Mutu 25 MPa FAS Variatif .....	63
Tabel 4.16	Komposisi Campuran Mortar dan Beton FAS Tetap 0,5 (Mutu 25 MPa) .....	64
Tabel 4.17	Hasil Pemeriksaan Rata-rata Berat Isi Beton Segar .....	64
Tabel 4.18	Hasil Pemeriksaan Rata-rata <i>Slump</i> Beton .....	65
Tabel 4.19	Hasil Pemeriksaan Nilai Pasir/ <i>Cement Ratio</i> .....	69
Tabel 4.20	Nilai Kuat Tekan Beton dan <i>Slump</i> Beton .....	71
Tabel 4.21	Hasil Kuat Tekan Mortar Mutu 20 MPa .....	74
Tabel 4.22	Hasil Kuat Tekan Mortar Mutu 22,5 MPa .....	74
Tabel 4.23	Hasil Kuat Tekan Mortar Mutu 25 MPa .....	75
Tabel 4.24	Hasil Kuat Tekan Mortar FAS Tetap .....	76
Tabel 4.25	Hasil Kuat Tekan Beton Mutu 20 MPa .....	77
Tabel 4.26	Hasil Kuat Tekan Beton Mutu 22,5 MPa .....	78
Tabel 4.27	Hasil Kuat Tekan Beton Mutu 25 MPa .....	78
Tabel 4.28	Hasil Kuat Tekan Beton FAS Tetap .....	79

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1	Peta Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel Agregat Halus ....7
Gambar 1.2	Peta Lokasi Pengambilan Sampel Agregat Kasar .....8
Gambar 2.1	Sketsa Gambar Tipe/Bentuk Kehancuran Benda Uji .....29
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian .....51
Gambar 4.1	Grafik Gradasi Agregat Halus (Pasir Sungai Kahayan) Zona 2.....54
Gambar 4.2	Grafik Gradasi Agregat Kasar Maks. 20 mm (Batu Pecah Tangkiling) .....56
Gambar 4.3	Grafik Hubungan FAS Variatif dengan <i>Slump</i> Beton .....66
Gambar 4.4	Hasil <i>Slump</i> dan FAS bernilai rendah .....67
Gambar 4.5	Hasil <i>Slump</i> dan FAS bernilai tinggi .....67
Gambar 4.6	Grafik Hubungan FAS Tetap 0,5 dengan <i>Slump</i> Beton .....68
Gambar 4.7	Grafik Hubungan P/C dengan <i>Slump</i> Beton FAS Variatif .....69
Gambar 4.8	Grafik Hubungan P/C dengan <i>Slump</i> Beton FAS Tetap .....70
Gambar 4.9	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan <i>Slump</i> Beton FAS Variatif.....72
Gambar 4.10	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan <i>Slump</i> Beton FAS Tetap .....73
Gambar 4.11	Retak Hasil Uji Kuat Tekan Mortar .....77
Gambar 4.12	Retak Hasil Uji Kuat Tekan Beton.....80
Gambar 4.13	Grafik Hubungan Kuat Tekan Mortar dengan Kadar Semen FAS Variatif.....81
Gambar 4.14	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kadar Semen FAS Variatif.....81
Gambar 4.15	Grafik Hubungan Kuat Tekan Mortar dengan Kadar Semen FAS Tetap .....83

Gambar 4.16	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kadar Semen FAS Tetap .....	83
Gambar 4.17	Grafik Hubungan Kuat Tekan Mortar dengan FAS Variatif .....	84
Gambar 4.18	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan FAS Variatif .....	85
Gambar 4.19	Grafik Hubungan Kuat Tekan Mortar dengan FAS Tetap .....	86
Gambar 4.20	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan FAS Tetap .....	86
Gambar 4.21	Grafik Hubungan Kuat Tekan Mortar terhadap Kuat Tekan Beton Mutu 20 MPa FAS Variatif .....	89
Gambar 4.22	Grafik Hubungan Kuat Tekan Mortar terhadap Kuat Tekan Beton Mutu 22,5 MPa FAS Variatif .....	89
Gambar 4.23	Grafik Hubungan Kuat Tekan Mortar terhadap Kuat Tekan Beton Mutu 25 MPa FAS Variatif .....	90
Gambar 4.24	Grafik Hubungan Kuat Tekan Mortar terhadap Kuat Tekan Beton FAS Tetap 0,5 .....	90

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Hasil Pemeriksaan Akhir .....	99
Lampiran 2. Perencanaan Campuran ( <i>Mix Design</i> ) .....	100
Lampiran 3. Prosedur Pemeriksaan Karakteristik Material .....	142
Lampiran 4. Komposisi Campuran Mortar dan Beton .....	150
Lampiran 5. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Material .....	159
Lampiran 6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton & Mortar .....	168
Lampiran 7. Hasil Pemeriksaan <i>Slump</i> Beton .....	176
Lampiran 8. Hasil Pemeriksaan Berat Isi Beton Segar .....	177
Lampiran 9. Dokumentasi Pelaksanaan .....	178

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material komposit yang sangat bergantung pada sifat masing-masing unsur, serta interaksi antar unsur yang terdiri dari campuran semen, air, agregat kasar, dan agregat halus. Agregat halus sebagai salah satu bahan pengisi memiliki komposisi cukup besar berkisar antara 25% – 65% dari volume total agregat beton, sehingga berpengaruh pada kualitas beton. Agregat halus yang biasa digunakan dalam pembuatan campuran beton ada yang berasal dari suatu galian di darat dan ada pula yang berasal dari sungai. Di Kota Palangka Raya saat ini pasir sungai masih digunakan sebagai agregat halus dalam pembuatan beton, yaitu pasir yang berasal dari Sungai Kahayan.

Mariati (2015) menggunakan pasir Sungai Kahayan yang diambil dari 4 lokasi. Namun, dari 4 lokasi tersebut hanya 3 yang memenuhi syarat bahan penyusun beton, 1 lokasi tidak memenuhi persyaratan yaitu lokasi pertama. Kuat tekan maksimum beton yang diperoleh sebesar  $161,230 \text{ kg/cm}^2$  dari kuat tekan beton yang direncanakan sebesar  $225 \text{ kg/cm}^2$  dengan FAS 0,6, adalah menggunakan pasir dari Lokasi II yang berada di seberang tempat rekreasi Rawa Rovi. Pasir pada lokasi II mempunyai butir agak halus (zona III), dengan nilai modulus halus butir 2,15. Untuk 2 lokasi lainnya yaitu lokasi III yang berada kurang lebih 1 km ke arah hulu Jembatan Kahayan memiliki kuat tekan sebesar  $134,804 \text{ kg/cm}^2$  dan untuk lokasi IV yang berada di hilir Jembatan Kahayan kuat

tekannya sebesar  $122,641 \text{ kg/cm}^2$ . Untuk gradasi rata-rata termasuk zona III (pasir agak halus) atau IV (pasir halus) analisa saringan serta nilai FAS nya yang cukup tinggi yaitu sebesar 0,6.

Pada penelitian Mariati (2015) dilakukan dengan apa adanya atau tanpa ada perlakuan lain pada material pasir sungai yang digunakan (alami), tidak dilakukan pembersihan atau pencucian. Selain itu juga tidak dilakukan upaya perlakuan lain pada komposisinya untuk meningkatkan kualitas dari bahan material yang ada. Hal-hal tentang penelitian sebelumnya mengenai material lokal agregat halus Pasir Sungai Kahayan menjadi informasi yang sangat berguna pada penelitian agregat halus di Kota Palangka Raya.

Hasil penelitian Mariati (2015) menunjukkan bahwa dengan standar *mix design* SNI untuk mutu beton normal tanpa bahan tambah, tidak menjamin akan tercapainya target mutu beton yang direncanakan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan penelitian pasir Sungai Kahayan dalam kaitannya untuk pemakaian material beton dalam upaya pendayagunaan material lokal di Kota Palangka Raya.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah faktor air semen (fas). Dalam prakteknya, nilai faktor air semen berkisar antara 0,40 sampai 0,65. Faktor air semen yang semakin besar akan mengakibatkan menurunnya kekuatan tekan beton (Mulyono, 2004). Sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, faktor air semen ini kemudian akan digunakan sebagai variasi dalam perencanaan beton mutu normal pada penggunaan pasir Sungai Kahayan dengan komposisi tertentu.

Faktor lain yang juga mempengaruhi kuat tekan beton yaitu material komposit mortar. Telah diketahui dengan baik bahwa beton, sebagai bahan komposit pada dasarnya terdiri dari media pengikat yang di dalamnya terdapat partikel agregat. Media pengikat tersebut berupa pasta pengikat atau matriks komposit mortar dan partikel agregatnya ialah kerangka granular berupa agregat kasar. Matriks tersebut (mortar) terdiri dari semen, air, dan bagian pasir yang digunakan dalam beton. Kekuatan mortar (pasta pengikat) memiliki pengaruh yang besar pada kekuatan beton konvensional atau beton mutu normal dibandingkan dengan kekuatan agregat kasar (Carmoos, Aguiar, & Jalali, 2005). Mortar dengan kekuatan yang baik akan menghasilkan kuat tekan beton yang baik pula, didukung dengan adanya lekatan yang baik dengan agregat kasar. Hal ini terlihat dari segi perbedaan mode keruntuhan antara beton mutu normal dan beton mutu tinggi. Beton mutu normal mengalami retak celah vertikal yang melewati celah antar agregat kasarnya sedangkan pada beton mutu tinggi retak celah vertikalnya melalui lekatan mortar dengan agregat kasar. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingginya kualitas mutu beton dipengaruhi oleh semakin baik komposisi pada mortar sehingga pada saat diberi pembebanan pada beton mutu tinggi, celah retak tidak terjadi pada bagian mortar melainkan pada agregat kasarnya (Li, 2011).

Dari uraian di atas, kemudian dikaji lebih lanjut agregat pasir lokal Sungai Kahayan dalam pemakaiannya untuk material beton mutu normal dengan standar campuran (*mix design*) SNI 03-2834-2000. Dalam kajian ini, sebagai campuran kontrol ialah hasil *mix design* yang diperoleh dari SNI 03-2834-2000 kemudian

dilakukan variasi pada komposisi jumlah semen dan faktor air semen. Variasi atau perlakuan tersebut merupakan upaya mengetahui karakteristik atau perilaku beton dari perubahan variasi berat semen dan faktor air semen.

Selain mengetahui karakteristik dari perubahan campuran beton, kemudian ingin diketahui pengaruh sifat mortar terhadap sifat beton untuk mengetahui bagaimana hubungan kuat tekan mortar dengan kuat tekan betonnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana sifat fisik dan karakteristik pasir Sungai Kahayan yang akan digunakan dalam campuran mortar dan beton?
2. Berapa besar nilai kuat tekan mortar dan beton yang dihasilkan dari penggunaan pasir Sungai Kahayan di Kota Palangka Raya?
3. Bagaimana pengaruh perubahan kadar semen pada kuat tekan mortar dan beton?
4. Bagaimana pengaruh variasi FAS pada kuat tekan mortar dan beton?
5. Bagaimana hubungan kuat tekan mortar terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan dari penggunaan pasir Sungai Kahayan di Kota Palangka Raya?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini diantaranya:

1. Mengetahui sifat fisik dan karakteristik pasir Sungai Kahayan yang akan digunakan dalam pembuatan campuran mortar dan beton.

2. Mengetahui nilai kuat tekan mortar dan beton yang dihasilkan dari penggunaan pasir Sungai Kahayan di Kota Palangka Raya.
3. Mengetahui pengaruh perubahan kadar semen pada kuat tekan mortar dan beton.
4. Mengetahui pengaruh variasi FAS pada kuat tekan mortar dan beton.
5. Mengetahui hubungan kuat tekan mortar terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan dari penggunaan pasir sungai Kahayan di Kota Palangka Raya.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Pembatasan masalah pada penelitian ini digunakan agar tidak keluar dari lingkup permasalahan yang ada. Berikut batasan masalah yang dijadikan acuan penelitian:

1. Agregat halus diambil dari Sungai Kahayan di Kota Palangka Raya.
2. Agregat kasar diambil dari Kelurahan Tangkiling, Kecamatan Bukit Batu, Kota Palangka Raya.
3. Semen yang digunakan yaitu semen tipe PCC (*Portland Composite Cement*).
4. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Air yang digunakan adalah air sumur bor di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
6. Metode perencanaan campuran beton menggunakan SNI 03-2834-2000.
7. Mutu beton rencana yang digunakan yaitu mutu beton normal 20 MPa, 22,5 MPa, dan 25 MPa.

8. Ditetapkan satu nilai untuk FAS tetap yaitu 0,5.
9. Variasi yang digunakan untuk setiap mutu beton dan nilai FAS tetap 0,5 terdiri dari penambahan semen sebesar 10%, 20%, 30%, 40% serta pengurangan semen sebesar 5% dan 10%.
10. Benda uji mortar berbentuk silinder dengan diameter 5 cm dan tinggi 10 cm dan benda uji beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
11. Jumlah benda uji mortar sebanyak 6 buah dan benda uji beton sebanyak 3 buah untuk setiap variasi.
12. Pengujian kuat tekan mortar dan beton dilakukan pada umur 28 hari.
13. Reaksi kimia saat pengecoran dan perawatan tidak dibahas.
14. Reaksi kimia pembentukan agregat dan semen tidak dibahas.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan serta memberikan informasi mengenai pemakaian material lokal pada campuran beton.
2. Untuk memaksimalkan pemanfaatan material lokal yang ada di Sungai Kahayan di Kota Palangka Raya khususnya pasir sungainya.
3. Untuk menambah pengetahuan dan wawasan mengenai mortar dan kegunaannya, serta pengaruhnya terhadap kuat tekan beton.

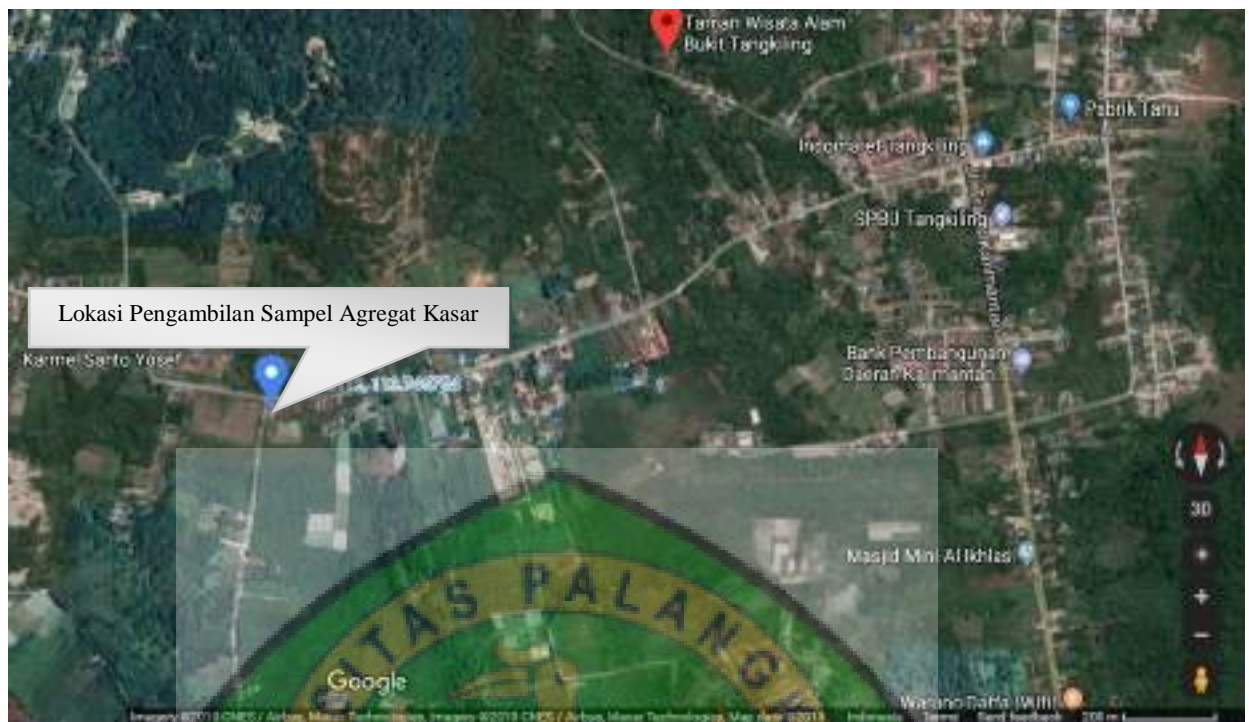
## 1.6 Lokasi Penelitian dan Pengambilan Material

Penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Pengambilan sampel agregat halus dilakukan di sekitar Sungai Kahayan tepatnya 2,5 km ke arah hulu Jembatan Kahayan di mana terdapat pengerukan pasir sungai yang telah ditumpuk ke atas tanah. Pengambilan agregat kasar dilakukan di Kelurahan Tangkiling tepatnya di Jalan Pariwisata, tempat pemecahan batu Tangkiling.



Sumber: <https://maps.google.com>

**Gambar 1.1 Peta Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel Agregat Halus**



Sumber: <https://maps.google.com>

**Gambar 1.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Agregat Kasar**



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Hampir 60% material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton (*concrete*), yang pada umumnya dipadukan dengan baja (*composite*) atau jenis lainnya. Konstruksi beton dapat dijumpai dalam pembuatan gedung-gedung, jalan (*rigid pavement*), dan lainnya (Mulyono, 2004).

Kemajuan pengetahuan mengenai beton telah dapat memenuhi berbagai tuntutan pembangunan, misalnya dengan pemanfaatan bahan-bahan lokal atau bahan tambah yang didapat di daerah tertentu untuk mengubah sifat mortar semen maupun karakteristik kuat tekannya, sehingga akan menghasilkan suatu mutu beton yang memenuhi persyaratan.

#### **2.2 Beton**

Menurut SNI-2847-2013, beton merupakan campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan (*admixture*).

Secara sederhana, beton dibentuk oleh pengerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir), dan agregat kasar (batu pecah atau kerikil). Terkadang ditambahkan pula campuran bahan lain (*admixture*) untuk memperbaiki kualitas beton. Campuran dari bahan susun (semen, pasir, kerikil, dan air) yang masih plastis ini dicor ke dalam cetakan dan dirawat untuk mempercepat reaksi hidrasi campuran semen air, yang menyebabkan pengerasan beton. Bahan yang terbentuk

ini mempunyai kekuatan tekan yang tinggi, tetapi ketahanan terhadap tarik rendah (Asroni, 2010).

### **2.3 Material Penyusun Beton**

Bahan penyusun beton meliputi air, semen, agregat kasar, dan agregat halus, yang setiap bahan penyusunnya mempunyai fungsi dan pengaruh berbeda terhadap beton. Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) serta umur beton (Tjokrodimuljo, 1996).

#### **2.3.1 Semen**

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Semen digunakan untuk berbagai pekerjaan konstruksi. Semen berfungsi sebagai campuran untuk mengikat pasir dan kerikil agar terbentuk beton serta mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat.

Terdapat beberapa jenis dan tipe semen yang pada umumnya merupakan jenis-jenis semen portland dan campurannya. Beberapa jenis dan tipe semen tersebut antara lain:

### **1. Semen Portland (OPC = *Ordinary Portland Cement*)**

Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Jenis-jenis semen portland (OPC) pada SNI 15-2049-2004 dikelompokkan berdasar penggunaannya sebagai berikut.

- a. Tipe I, semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b. Tipe II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang.
- c. Tipe III, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Tipe IV, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- e. Tipe V, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

### **2. Semen Portland Pozolan (PPC = *Portland Pozzolan Cement*)**

Semen Portland Pozolan didefinisikan sebagai suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen portland dan pozolan halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen portland dan pozolan bersama-sama, atau mencampur secara merata bubuk semen portland

dengan bubuk pozolan, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, di mana kadar pozolan 6% sampai dengan 40% massa semen portland. Jenis-jenis semen portland pozolan (PPC) pada SNI 15-0302-2004 dikelompokkan sebagai berikut.

- a. IP-U : dapat digunakan untuk semua adukan beton.
- b. IP-K : dapat digunakan untuk semua kebutuhan adukan beton, dengan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. P-U : dapat digunakan untuk kebutuhan beton yang tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi.
- d. P-K : dapat digunakan untuk kebutuhan beton yang tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi, dengan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.

Jadi semen PPC mengandung 2 unsur utama yaitu semen portland (OPC) dan pozolan misalnya *fly ash*.

### **3. Semen Portland Komposit (PCC = *Portland Composite Cement*)**

Semen Portland Komposit didefinisikan sebagai bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35% dari massa semen portland komposit. Jadi semen PCC mengandung 3 unsur utama yaitu semen portland (OPC), gips, dan bahan anorganik yang bisa lebih dari 1 macam

bahan, misalnya terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat, dan batu kapur.

### 2.3.2 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Dalam pembuatan beton air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta sebagai bahan pelumas antar butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan.

### 2.3.3 Agregat

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Berdasarkan pengalaman, komposisi agregat tersebut berkisar 60%-70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar agregat inipun menjadi penting. Karena itu perlu dipelajari karakteristik agregat yang akan menentukan sifat mortar atau beton yang akan dihasilkan (Mulyono, 2004).

Adapun sifat agregat yang mempengaruhi mutu campuran beton, yaitu:

#### 1. Modulus Halus Butir

Modulus halus butir (*fineness modulus*) ialah suatu indeks yang dipakai untuk ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Makin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa makin besar ukuran butir-butir agregatnya. Pada umumnya agregat halus mempunyai modulus halus butir antara 1,5 sampai 3,8, adapun agregat kasar biasanya diantara 6 sampai 8 (Tjokrodinuljo, 2007).

## 2. Berat Volume

Berat volume atau berat isi atau disebut juga sebagai berat satuan agregat merupakan rasio antara berat agregat dan isi/volume. Berat volume diukur dalam kondisi padat dan gembur. Berat volume agregat normal tidak boleh kurang dari  $1,2 \text{ kg/dm}^3$  atau  $1,2 \text{ kg/liter}$ . (Mulyono, 2004).

## 3. Berat Jenis

Berat jenis agregat ialah rasio antara massa padat agregat dan massa air dengan volume sama. Berat jenis agregat akan mempengaruhi proporsi campuran dalam berat sebagai kontrol. Berat jenis rata-rata untuk agregat normal adalah  $2,5 - 2,7$  (Tjokrodinuljo, 2007). Pengukuran berat jenis dapat dilakukan pada 3 kondisi yaitu:

- a. *Apparent Specific Gravity* (Berat Jenis Absolut) yaitu perbandingan berat agregat tanpa pori di udara dengan volumenya.
- b. *Bulk Specific Gravity (Saturated Surface Dry)* yaitu perbandingan berat agregat, termasuk berat air dalam pori dengan volumenya.
- c. *Bulk Specific Gravity (Dry)* yaitu perbandingan berat agregat, termasuk pori di udara dengan volumenya.

## 4. Kadar Air

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam suatu agregat. Kadar air agregat dapat dibedakan menjadi empat jenis yaitu kadar air kering tungku (*oven dry*), kadar air kering udara (*air dry*), Jenuh Permukaan Kering atau JPK (*saturated surface dry*), dan kondisi basah (*wet*). Dari keempat jenis kadar air tersebut, jenis jenuh kering permukaan (SSD) merupakan keadaan

teoritis ideal. Pada kondisi SSD, butir di dalam agregat sudah jenuh air (*saturated*), namun bagian sebelah luarnya masih kering. Kondisi ini dipakai sebagai dasar perhitungan *mix design* (Nugraha & Antoni, 2007).

#### 5. Penyerapan Air

Serapan air dihitung dari banyaknya air yang mampu diserap oleh agregat pada kondisi Jenuh Permukaan Kering (JPK) atau *saturated surface dry* (SSD), kondisi ini merupakan keadaan kebasahan agregat yang hampir sama dengan agregat dalam beton, sehingga agregat tidak akan menambah maupun mengurangi air dari pastinya. Semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air agregat tersebut (Mulyono, 2004).

#### 6. Kadar Lumpur

ASTM C 33 mensyaratkan bahwa kandungan bagian yang lewat 0,063 mm (kadar lumpur) tidak lebih dari 5% berat. Pada pasir, jumlah kandungan kotoran ini harus tidak lebih dari 5% untuk beton sampai 10 MPa dan 2,5% untuk beton mutu yang lebih tinggi. Sedangkan pada agregat kasar, kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 1%. Lumpur yang menempel pada permukaan agregat dapat mengganggu ikatan antara agregat dengan pasta semennya dan menambah permukaan agregat sehingga keperluan air untuk membasahi semua butiran dalam campuran meningkat.

#### 2.3.3.1 Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,80 mm. Secara umum agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil

pemecahan batu. Agregat halus untuk pembuatan beton dapat berupa pasir hasil desintegrasi alami dari batu-batuan atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu. Pasir bukan merupakan material aktif dalam proses pengikatan, namun mutu pasir sangat mempengaruhi mutu beton.

Menurut Tjokrodimuljo (2007) agregat halus atau pasir dapat digolongkan menjadi tiga jenis, antara lain:

#### 1. Pasir Galian

Pasir galian dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah, atau dengan cara menggali dari dalam tanah. Pasir jenis ini umumnya tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan. Namun karena pasir jenis ini diperoleh dengan cara menggali maka pasir ini sering bercampur dengan kotoran/tanah, sehingga sering harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

#### 2. Pasir Sungai

Pasir sungai merupakan pasir yang diperoleh langsung dari dasar sungai umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat akibat proses gesekan yang terjadi. Pasir sungai merupakan hasil dari batuan sungai yang keras serta tajam. Pasir ini memiliki ukuran butir yang tidak terlalu besar maupun kecil. Ukuran butiran agregatnya antara 0,063 mm hingga 6 mm. Pasir sungai biasanya digunakan untuk campuran pengecoran dan juga pondasi rumah. Pasir sungai juga dikenal kuat, menggunakannya dipercaya menjadikan pondasi lebih tahan lama.

### 3. Pasir Pantai

Pasir pantai berasal dari pasir sungai yang mengendap di muara sungai (di pantai) atau hasil gerusan air di dasar laut yang terbawa arus air laut dan mengendap di pantai. Pasir pantai biasanya berbutir halus dan banyak mengandung garam. Oleh karena itu, sebaiknya pasir pantai diperiksa terlebih dahulu sebelum digunakan. Jika mengandung garam maka sebaiknya dicuci terlebih dahulu dengan air tawar sebelum digunakan.

Agregat halus (pasir) dapat dibagi menjadi empat jenis menurut gradasinya, yaitu pasir halus, pasir agak halus, pasir agak kasar, dan pasir kasar seperti pada tabel berikut.

**Tabel 2.1 Batas-batas Gradasi Agregat Halus**

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	IV
9,6	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber: SNI 03-2834-2000

- Keterangan:
- Daerah Gradasi I : Pasir Kasar
  - Daerah Gradasi II : Pasir Agak Kasar
  - Daerah Gradasi III : Pasir Agak Halus
  - Daerah Gradasi IV : Pasir Halus

Susunan besar butir agregat halus lebih penting daripada susunan besar butir agregat kasar, karena agregat halus bersama dengan semen dan air

membentuk mortar yang akan melekatkan dan mengisi rongga-rongga antar butiran agregat kasar sehingga beton yang dihasilkan permukaannya menjadi rata. Gradasi agregat halus berpengaruh pada kuat tekan beton dan karakteristik beton. Hal tersebut dapat dilihat dari penelitian yang telah dilakukan berikut.

Dalam Fattah (2017) diperoleh kuat tekan rata-rata beton yang menggunakan pasir zona I (Daerah Gradasi I) adalah 28,26 MPa, untuk pasir zona II adalah 27,61 MPa, dan untuk pasir zona IV adalah 25,81 MPa dengan kuat tekan beton rencana sebesar 25 MPa. Dengan demikian berdasarkan uraian di atas maka campuran beton yang menggunakan pasir kasar atau pasir gradasi rendah akan menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan campuran beton yang menggunakan pasir dengan butiran yang halus atau pasir gradasi tinggi.

Menurut standar SII.0052-80 "*Mutu dan Cara Uji Agregat Beton*", agregat halus untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi persyaratan sebagai berikut.

1. Modulus halus butir bernilai 1,5 sampai 3,8.
2. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0,074 mm atau No. 200) maksimum 5%.
3. Kadar zat organik yang terkandung yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat ( $\text{NaSO}_4$ ) 3%, jika dibandingkan dengan warna standar/pembanding tidak lebih tua daripada warna standar.

4. Kekerasan butiran jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang berasal dari pasir kwarsa Bangka memberikan angka tidak lebih dari 2,20.
5. Kekekalan (jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%, dan jika dipakai magnesium sulfat, maksimum 15%).

Hasil dari pemeriksaan karakteristik agregat halus pada penelitian sebelumnya untuk agregat lokal pasir Sungai Kahayan dapat dilihat pada tabel berikut.



**Tabel 2.2 Karakteristik Agregat Lokal Pasir Sungai Kahayan**

No.	Pengujian	Karakteristik Agregat Halus					Syarat (berdasarkan SII.0052-80 dan ASTM C.33)
		"Karakteristik Pasir Sungai Kahayan sebagai Material Pembuatan Beton" (Mariati, 2015)				"Potensi Kertas Koran sebagai Bahan Campuran pada Pembuatan Beton" (Tri Mulyanto, 2013)	
		Lokasi I	Lokasi II	Lokasi III	Lokasi IV	Pasir Sungai Kahayan	
1.	<b>Pemeriksaan Berat Volume (kg/ltr)</b>	1,32	1,50	1,49	1,48	1,477	> 1,2 kg/ltr
2.	<b>Modulus Halus Butir (MHB)</b>	0,94	2,15	2,11	2,19	-	1,5 - 3,8
3.	<b>Pemeriksaan Analisa Saringan</b>	IV (Pasir Halus)	III (Pasir Agak Halus)	IV (Pasir Halus)	III (Pasir Agak Halus)	III (Pasir Agak Halus)	-
4.	<b>Kadar Air Agregat</b>	2,12%	0,40%	0,08%	0,16%	3,519%	-
5.	<b>Berat Jenis Agregat (kg/ltr)</b>	2,46	2,57	2,39	2,55	2,52	2,5 - 2,7 kg/ltr
6.	<b>Penyerapan Air</b>	1,17%	0,64%	1,07%	0,58%	1,17%	-
7.	<b>Kadar Lumpur</b>	3,36%	0,16%	0,28%	0,33%	0,84%	Maks. 5%

Sumber: Mulyanto, 2013 & Mariati, 2015

### 2.3.3.2 Agregat Kasar

Menurut SNI 03-2847-2002 yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm. Agregat kasar merupakan jenis agregat yang butirannya tertahan pada ayakan 4,75 mm. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil dari disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan manual maupun dari mesin.

Pada umumnya beton yang dibuat dengan menggunakan batu pecah yang permukaannya tajam/kasar mempunyai daya ikat yang lebih besar dibandingkan dengan kerikil yang mempunyai permukaan halus/licin.

Jenis agregat kasar yang umum adalah:

- a. Batu pecah alami. Bahan ini diperoleh dari cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini dapat berasal dari gunung berapi, jenis sedimen, atau jenis metamorf. Meskipun dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, batu pecah kurang memberikan kemudahan pengerjaan.
- b. Kerikil alami. Kerikil diperoleh dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil memberikan kekuatan yang lebih rendah daripada batu pecah, tetapi memberikan kemudahan pengerjaan yang lebih tinggi (Nawi, E. G., 1998).

Gradasi agregat kasar (kerikil atau batu pecah atau split) yang sebaik-baiknya masuk dalam batas-batas berikut.

**Tabel 2.3 Batas-batas Gradasi Agregat Kasar**

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan, Besar Butir Maksimum		
	10 mm	20 mm	40 mm
75,0			100
37,5		100	95 – 100
19,0	100	95 – 100	35 – 70
9,5	50 – 85	30 – 60	10 – 40
4,75	0 – 10	0 – 10	0 – 5

Sumber: SNI 03-2834-2000

Ukuran atau besar butir maksimum pada gradasi agregat kasar memiliki pengaruh terhadap karakteristik beton antara lain pada kuat tekan beton. Hal tersebut dapat dilihat dari penelitian yang telah dilakukan berikut.

Dalam Manganta (2014) diperoleh hasil perhitungan karakteristik beton untuk ukuran maksimum agregat kasar 10 mm didapatkan kuat tekan 37 MPa < 40 MPa (tidak memenuhi), ukuran butir maksimum 20 mm diperoleh kuat tekan 41 MPa > 40 MPa (memenuhi), sedangkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm diperoleh kuat tekan 49 MPa > 40 MPa (memenuhi), hal ini menunjukkan semakin besar ukuran butir maksimum agregat kasar nilai kuat tekan karakteristik yang dihasilkan semakin besar.

Menurut Standar SII.0052-80 “*Mutu dan Cara Uji Agregat Beton*”, agregat kasar untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi persyaratan sebagai berikut.

1. Modulus halus butir bernilai 6,0 sampai 7,1.
2. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0,074 mm) maksimum 1%.

3. Kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%.
4. Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, dan jika dipakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 18%.
5. Tidak bersifat reaktif terhadap alkali jika kadar alkali dalam semen sebagai  $\text{Na}_2\text{O}$  lebih besar dari 0,6%.
6. Tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%.
7. Kekerasan agregat harus memenuhi syarat seperti pada tabel “*Syarat Mutu Kekuatan Agregat sesuai SII.0052-80*”.

#### **2.4 Kuat Tekan Beton**

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder atau kubus (Mulyono, 2004).

Kuat tekan beton diwakili oleh tegangan maksimum  $f'_c$  dengan satuan MPa. Pengujian kuat tekan beton diperoleh dengan pengujian standar dengan cara memberikan beban tekan dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji beton sampai hancur.

Kuat tekan beton dihitung dengan rumus:

$$f'c = \frac{P_{maks}}{A} \quad (2-1)$$

Keterangan:

$f'c$  = Kuat Tekan Beton (MPa)

$P_{maks}$  = Beban Maksimum (kN)

$A$  = Luas Penampang Benda Uji ( $mm^2$ )

Kuat tekan rata-rata beton yang ditargetkan dihitung menurut rumus berikut.

$$f_{cr} = f'_c + M \quad (2-2)$$

$$f_{cr} = f'_c + 1,64 s_r$$

Keterangan:

$f_{cr}$  = Kuat Tekan Rata-rata Target (MPa)

$f'_c$  = Kuat Tekan Rencana (MPa)

$M$  = Nilai Tambah

$s_r$  = Standar Deviasi rencana

Dalam teori teknologi beton dijelaskan bahwa faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton adalah sebagai berikut (Tjokrodinuljo, 2007).

### 1. Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) atau *water cement ratio* ialah perbandingan berat antara air dan semen portland di dalam campuran adukan beton. Jumlah total air dalam beton dan faktor air semen bisa menjadi faktor yang cukup penting dalam produksi beton berkualitas baik. Terlalu banyak air akan mengurangi kekuatan beton, sementara terlalu sedikit air membuat beton sulit untuk dikerjakan. Karena

beton harus kuat dan bisa digunakan, pemilihan rasio semen terhadap air dan jumlah total air diperlukan saat membuat beton (Popovics, 1992, dalam Li, 2011).

Faktor air semen harus dihitung sehingga campuran air dan semen menjadi pasta yang baik, artinya tidak kelebihan air dan tidak kelebihan semen. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton sangat bergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya (Mulyono, 2004).

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.

## **2. Kepadatan**

Kekuatan beton berkurang jika kepadatan beton berkurang. Beton yang kurang padat berisi rongga sehingga kuat tekannya berkurang.

## **3. Jumlah Pasta Semen**

Pasta semen dalam beton berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat. Jika pasta semen sedikit maka tidak cukup untuk mengisi pori-pori antar butir agregat dan tidak seluruh permukaan butir agregat terselimuti oleh pasta semen, sehingga rekatan antar butir kurang kuat, dan berakibat kuat tekan beton rendah. Akan tetapi, jika jumlah pasta semen terlalu banyak maka kuat tekan beton lebih

didominasi oleh pasta semen, bukan agregat. Karena umumnya kuat tekan pasta semen lebih rendah daripada agregat, maka jika terlalu banyak pasta semen kuat tekan beton menjadi lebih rendah.

#### **4. Jenis Semen**

Semen portland untuk pembuatan beton terdiri beberapa jenis. Masing-masing jenis semen portland (termasuk semen portland pozolan) mempunyai sifat tertentu, misalnya cepat mengeras, dan sebagainya, sehingga mempengaruhi pula terhadap kuat tekan betonnya.

#### **5. Sifat Agregat**

Agregat terdiri atas agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil atau batu pecah). Beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton antara lain:

- a. Kekasaran permukaan, karena permukaan agregat yang kasar dan tidak licin membuat rekatan antara permukaan agregat dan pasta semen lebih kuat daripada permukaan agregat yang halus dan licin.
- b. Bentuk agregat, karena bentuk agregat yang bersudut misalnya pada batu pecah, membuat butir-butir agregat itu sendiri saling mengunci dan sulit digeserkan, berbeda dengan batu kerikil yang bulat. Oleh karena itu, beton yang dibuat dari batu pecah lebih kuat daripada beton yang dibuat dari kerikil.
- c. Kuat tekan agregat, karena sekitar 70 persen volume beton terisi oleh agregat, sehingga kuat tekan beton didominasi oleh kuat tekan agregat. Jika agregat yang dipakai mempunyai kuat tekan rendah akan diperoleh beton yang kuat tekannya rendah pula.

## 2.5 Workability Beton

*Workability* merupakan tingkat kemudahan pengerjaan campuran beton untuk diaduk, dituang, diangkut, dan dipadatkan. Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai *slump* yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya. *Slump* didefinisikan sebagai besarnya penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan uji *slump* diangkat (SNI 03-1972-2008). Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan campuran beton antara lain jumlah air pencampur, kandungan semen, gradasi campuran pasir-kerikil, bentuk butiran agregat kasar, butir maksimum, serta cara pemadatan dan alat pemadat.

## 2.6 Beton Mutu Normal

Beton bersifat getas, sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya bila kuat tekannya tinggi, umumnya sifat-sifat yang lain juga baik. Berdasarkan kuat tekannya beton dapat dibagi menjadi beberapa jenis sebagai berikut.

**Tabel 2.4 Beberapa Jenis Beton menurut Kuat Tekannya**

Jenis Beton	Kuat Tekan (MPa)
Beton sederhana ( <i>plain concrete</i> )	Sampai 10 MPa
Beton normal (beton biasa)	15 – 30 MPa
Beton pra tegang	30 – 40 MPa
Beton kuat tekan tinggi	40 – 80 MPa
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80 MPa

Sumber: Tjokrodimuljo, 2007

Menurut SNI 03-6468-2000, ACI 318, ACI 363R-92 dari benda uji silinder (diameter 15 cm, tinggi 30 cm), beton dibagi dalam beberapa jenis berikut berdasarkan kuat tekannya.

- Beton mutu rendah (*low strength concrete*) :  $f_c' < 20$  MPa
- Beton mutu sedang (*medium strength concrete*) :  $f_c' = 21$  MPa – 40 MPa
- Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) :  $f_c' \geq 41$  MPa

Berdasarkan Departemen PU (Puslitbang Prasarana Transportasi, Divisi 7 - 2005) beton dibagi menjadi tiga berdasarkan kuat tekannya seperti dalam tabel berikut.

**Tabel 2.5 Mutu Beton dan Penggunaannya**

Jenis Beton	$f_c'$ (MPa)	$\sigma_{sk}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Uraian
Mutu tinggi	35 – 65	K400 – K800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, gelagar beton prategang, pelat beton prategang dan sejenisnya.
Mutu sedang	20 – <35	K250 – <K400	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 tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
	10 – <15	K125 – <K175	digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton.

Sumber: Departemen PU (Puslitbang Prasarana Transportasi, Divisi 7 - 2005)

Menurut Li (2011) beton diklasifikasikan menjadi empat kategori berdasarkan kuat tekannya. Beton mutu rendah (*low-strength concrete*) sebagian besar digunakan untuk membangun struktur beton massa, tanah dasar pada jalan, dan dinding. Beton mutu normal (*moderate-strength concrete*) adalah beton yang paling umum digunakan pada bangunan, jembatan, dan struktur serupa. Beton mutu tinggi (*high-strength concrete*) dapat digunakan untuk membangun kolom

gedung tinggi, menara jembatan, dan dinding geser. Beton mutu sangat tinggi (*ultra-high-strength concrete*) belum banyak digunakan dalam konstruksi struktural. Hanya beberapa ruas struktural seperti gelagar, telah dibangun menggunakan beton semacam ini. Kuat tekan dari keempat bagian mutu beton tersebut ditampilkan pada tabel berikut.

**Tabel 2.6 Klasifikasi Beton menurut Kuat Tekan**

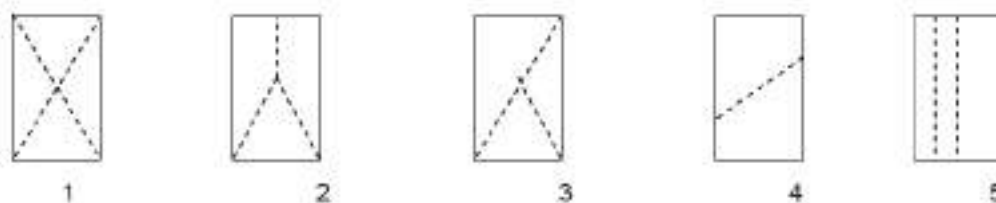
Klasifikasi	Kuat Tekan Beton (MPa)
<i>Low-strength concrete</i>	< 20
<i>Moderate-strength concrete</i>	20 – 50
<i>High-strength concrete</i>	50 – 150
<i>Ultra-high-strength concrete</i>	> 150

Sumber: Li, 2011

Dari pengelompokkan beton berdasarkan kuat tekan di atas, diketahui bahwa beton mutu normal merupakan beton yang memiliki kuat tekan antara 15 MPa sampai 30 MPa untuk benda uji silinder dan beton K-250 - < K-400 untuk benda uji kubus.

## 2.7 Pola Retak Beton

Menurut ASTM C39-86 (*Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical*) terdiri dari lima macam pola retak yaitu seperti pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2.1 Sketsa Gambar Tipe/Bentuk Kehancuran Benda Uji**

(SNI 1974:2011)

1. Tipe Kerucut (*Cone*)

Pola retak tipe kerucut (*cone*) menandakan pengujian kuat tekan yang dilakukan telah benar.

2. Tipe Kerucut dan Belah (*Cone and Split*)

Pola kerucut dan belah (*cone and split*) disebabkan karena tidak bisa menghindari penahanan pangkal yang ditimbulkan melalui gabungan antara geser dan kekuatan tarik.

3. Tipe Kerucut dan Geser (*Cone and Shear*)

Pola kerucut dan geser (*cone and shear*) merupakan keretakan pada benda uji yang ditimbulkan akibat adanya kekuatan tarik dan tidak rata pada permukaan penampang benda uji.

4. Tipe Geser (*Shear*)

Pola retak tipe geser (*shear*) disebabkan tidak rata pada permukaan benda uji beton yang dikenai pembebanan.

5. Tipe Sejajar Sumbu Tegak (*Columnar*)

Pola retak sejajar sumbu tegak (*columnar*) menunjukkan bahwa kemampuan benda uji menahan kuat tekan kurang maksimal, hal ini disebabkan rendahnya kekuatan agregat kasar sewaktu benda uji diberi tekanan vertikal sehingga gaya-gaya yang bekerja langsung disebarkan ke bawah.

## 2.8 Mortar

Mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland), dan air dengan komposisi tertentu (SNI 03-6825-2002).

Kekuatan tekan mortar sangat tergantung pada kadar semen dan rasio air. Kuat tekan mortar sering digunakan sebagai kriteria dasar pembagian jenis mortar, karena pengukuran kuat tekan mortar lebih mudah dan biasanya dapat langsung dihubungkan dengan kemampuan mortar lainnya seperti kuat tarik dan daya serap mortar (ASTM C 270).

Adapun macam mortar antara lain:

1. Mortar lumpur (*mud mortar*) yaitu mortar dengan bahan perekat tanah.
2. Mortar kapur yaitu mortar dengan bahan perekat kapur.
3. Mortar semen yaitu mortar dengan bahan perekat semen.

Fungsi utama mortar adalah menambah lekatan dan ketahanan ikatan dengan bagian-bagian penyusun suatu konstruksi. Mortar biasa dipakai untuk:

1. Perekat antar bata merah, perekat antar bata beton pada pembuatan dinding tembok, perekat antar batu pada pasangan batu.
2. Pembuatan bata beton, genteng beton, buis beton, dan sebagainya.

Adukan mortar dibuat kelecakannya cukup baik sehingga mudah dikerjakan (diaduk, dibawa ke tempat pembuatan bangunan dan dipasangkan pada bangunan). Mortar yang baik harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Murah.
2. Tahan lama (awet).

3. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkut, dipasang, diratakan).
4. Merekat dengan baik dengan bata merah, bata-beton, batu, dan sebagainya.
5. Cepat kering dan mengeras.
6. Tahan terhadap rembesan air.
7. Tidak timbul retak-retak setelah mengeras.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan pada mortar adalah faktor air semen atau *water cement ratio* (*w/c*). Dalam Priastiwi, Arni, dkk. (2017) diperoleh hasil uji kuat tekan mortar menunjukkan bahwa semakin besar nilai FAS maka nilai kuat tekan mortar akan semakin menurun. Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan pada mortar. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan mortar semakin tinggi, terdapat batas-batas dalam hal ini. Apabila faktor air semen tinggi, berat air tinggi, sehingga kelebihan air akibatnya air akan merembes keluar membawa sebagian pasta semen, pasta tidak cukup mengikat menyebabkan agregat yang menyebabkan beton tidak kuat. Sedangkan nilai FAS yang rendah akan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu pada mortar menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65.

Mortar mempunyai kuat tekan yang bervariasi sesuai dengan bahan penyusunnya dan perbandingan antara bahan-bahan penyusunnya. Pada umumnya kuat tekan mortar semen berkisar antara 3 – 17 MPa, sedangkan mortar kapur antara 0,4 – 1,7 MPa (Tjokrodinuljo, 2007).

## 2.9 Keleccakan Mortar

Keleccakan mortar atau *workability* pada mortar adalah kemudahan suatu campuran mortar untuk dikerjakan. Sebelumnya keleccakan diukur secara visual saja, yaitu dengan kategori kaku (*stiff*), lecak (*workable*), dan plastis. Mortar segar yang kaku berbentuk seperti tanah yang lembab dan mortar segar yang plastis berbentuk seperti lumpur tebal. Namun karena keleccakan memegang peran penting dalam kualitas mortar, kini keleccakan secara praktis diuji baik di lapangan maupun di laboratorium. Apabila keleccakan mortar baik, biasanya kekuatan tekan dan rekatnya berkurang.

## 2.10 Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan adalah kemampuan mortar untuk menahan gaya luar yang datang pada arah sejajar serat yang menekan mortar. Mortar yang digunakan untuk bahan bangunan harus mempunyai kekuatan terutama untuk pasangan dinding batu bata, pasangan batako, atau pasangan dinding yang lainnya. Pasangan dinding menerima beban tekan yang diakibatkan oleh pengaruh dari atas, angin, atau gaya samping lainnya.

Kuat tekan mortar dihitung dengan rumus:

$$\text{Kuat Tekan Mortar} = \frac{P_{maks}}{A} \quad (2-3)$$

Keterangan:

$P_{maks}$  = Beban Maksimum (kN)

$A$  = Luas Bidang Tekan Benda Uji (mm<sup>2</sup>)

## 2.11 Kajian Penelitian Terdahulu

Pendayagunaan material lokal untuk komposisi beton telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti contohnya Afriani (2007) melakukan penelitian eksperimental kuat tekan beton menggunakan material kerikil Palu dengan pasir Palu dan batu lokal Semoi dengan pasir Palu sebagai agregat pada campuran beton. Tujuan utama dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi terkait kuat tekan beton dengan menggunakan material lokal Semoi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental laboratorium dengan membuat benda uji kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm sebanyak 18 sampel dengan 2 variasi campuran beton yang digunakan yaitu batu lokal Semoi dengan pasir Palu dan kerikil Palu dengan Pasir Palu. Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan dengan material kerikil Palu dengan pasir Palu dan batu lokal Semoi dengan pasir Palu mendapatkan hasil kuat tekan rata-rata 267,47 kg/cm<sup>2</sup> atau mutu beton K-267,47 dan 275,02 kg/cm<sup>2</sup> atau mutu beton K-275,02. Hasil kuat tekan tersebut mengalami peningkatan sebesar 34,57% dan 36,37% terhadap mutu beton K-175 yang sudah direncanakan. Hal ini menunjukkan kuat tekan beton dengan menggunakan material kerikil Palu dengan pasir Palu dan batu lokal Semoi dengan pasir Palu memenuhi perencanaan beton K-175.

Penelitian tentang penggunaan material lokal sebagai bahan campuran beton dan mortar juga dilakukan oleh Hunggurami, Bunganaen, dan Parimbaha (2018). Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan beton dan mortar yang menggunakan agregat Umalulu, serta untuk mengetahui perbandingannya terhadap beton yang menggunakan agregat Takari.

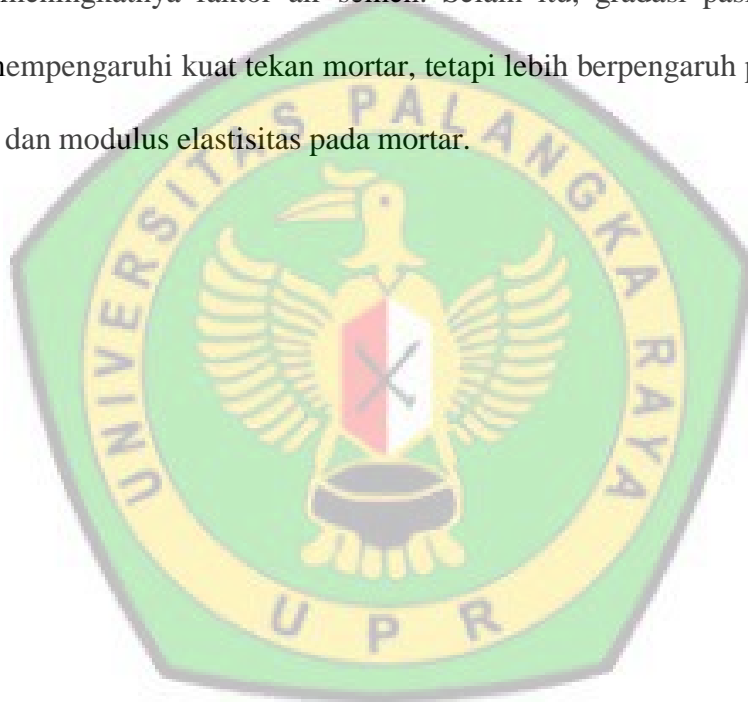
Benda uji beton yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan nilai kuat tekan rencana 15 MPa dan 25 MPa, sedangkan untuk benda uji mortar digunakan bentuk kubus berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm dengan komposisi campuran 1PCC : 4Psr, 1PCC : 6Psr, 1PCC : 8Psr, dan 1PCC : 10Psr. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan beton memenuhi kuat tekan rencana dan kuat tekan yang menggunakan agregat Umalulu lebih rendah dari beton yang menggunakan agregat Takari pada berbagai variasi campuran dan demikian juga pada benda uji mortar, untuk semua variasi komposisi campuran Takari.

Penelitian lain yang menggunakan material lokal sebagai bahan campuran beton yaitu dilakukan oleh Mariati (2015). Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton karakteristik yang dihasilkan dengan menggunakan pasir Sungai Kahayan. Setelah melewati tahap penelitian karakteristik agregat dapat disimpulkan pasir Sungai Kahayan yang diambil dari empat lokasi pengambilan termasuk agregat normal, akan tetapi pasir lokasi I memiliki nilai modulus kehalusan yang tidak memenuhi spesifikasi sehingga pasir yang dapat digunakan dalam campuran beton normal adalah lokasi II, lokasi III, dan lokasi IV. Kuat tekan karakteristik beton yang didapat dengan menggunakan pasir Sungai Kahayan dan agregat kasar berupa batu pecah dari Pelaihari Banjarmasin adalah lokasi II sebesar  $161,230 \text{ kg/cm}^2$ , lokasi III sebesar  $134,804 \text{ kg/cm}^2$ , dan lokasi IV sebesar  $122,641 \text{ kg/cm}^2$  dengan mutu beton rencana K-225 atau  $225 \text{ kg/cm}^2$ .

Penelitian yang menunjukkan adanya keterkaitan antara kuat tekan mortar dan kuat tekan beton dilakukan oleh Camoes, Aguiar, & Jalali (2005). Penelitian yang dilakukan menyajikan metode untuk mengurangi biaya pengujian desain campuran dengan menguji mortar, bukan spesimen betonnya. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengevaluasi kemungkinan memprediksi kekuatan tekan *fly ash* beton yang ditingkatkan dengan menguji spesimen mortar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental laboratorium dengan menentukan campuran mortar yang setara dengan campuran beton, spesimen dari campuran mortar dan beton dipelajari kemudian kuat tekan spesimen atau benda uji dievaluasi dan dirawat dengan waktu perawatan yang berbeda. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ada korelasi linear yang baik antara kekuatan tekan mortar dan beton yang sesuai. Hubungan antara kuat tekan spesimen kubik beton dengan spesimen mortar memiliki koefisien regresi linier sebesar 96,38% dan untuk spesimen beton silinder dengan spesimen mortar memiliki koefisien regresi linier 95,04%. Dari nilai koefisien regresi linier tersebut dapat dilihat bahwa korelasi linier yang baik diperoleh antara kuat tekan yang dievaluasi dari spesimen beton (kubik dan silinder) dan spesimen mortar yang sesuai. Bukti ini dapat menjadi sangat penting karena menunjukkan bahwa spesimen mortar dapat digunakan untuk memperkirakan kekuatan tekan beton yang sesuai.

Penelitian lainnya yang membahas mengenai mortar dan sifatnya dilakukan oleh Haach, Vasconcelos, & Lourenco (2011). Penelitian ini disajikan dengan metode eksperimental laboratorium dengan tujuan mengevaluasi pengaruh gradasi agregat dan faktor air semen pada sifat mengeras mortar. Benda uji yang dibuat

adalah sebanyak delapan belas komposisi mortar menggunakan tiga hubungan semen : kapur : pasir, dua jenis pasir dan tiga faktor air semen. Benda uji dianalisis menggunakan uji *flow*, uji kuat tekan, dan uji kuat lentur. Dari hasil pengujian didapat bahwa peningkatan faktor air semen mengurangi nilai sifat mengeras pada mortar dan meningkatkan *workability*. Semua sifat pengerasan yang dievaluasi baik kuat tekan, modulus elastisitas, dan kuat lentur menurun dengan meningkatnya faktor air semen. Selain itu, gradasi pasir terlihat tidak begitu mempengaruhi kuat tekan mortar, tetapi lebih berpengaruh pada deformasi, *ductility*, dan modulus elastisitas pada mortar.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan adalah dengan metode eksperimen atau percobaan di laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Tahap awal pelaksanaan penelitian berupa pemeriksaan bahan meliputi pemeriksaan atau pengujian terhadap bahan agregat kasar dan halus, setelah pemeriksaan bahan dilakukan dan memenuhi standar maka dilanjutkan dengan pembuatan benda uji. Bahan agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah Tangkiling dan agregat halus menggunakan pasir Sungai Kahayan.

#### **3.2 Persiapan Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

- a. Semen Portland Komposit (PCC) dengan merk dagang Gresik.
- b. Agregat kasar, berupa batu pecah yang berasal dari Tangkiling, Palangka Raya.
- c. Agregat halus, berupa pasir yang berasal dari Sungai Kahayan, Palangka Raya.
- d. Air, berasal dari sumur bor di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

### 3.3 Persiapan Peralatan Penelitian

- a. Peralatan untuk persiapan dan pemeriksaan material berupa:
  1. Oven, dengan suhu  $\pm 110^{\circ}\text{C}$
  2. Neraca OHAUS atau timbangan digital
  3. Satu set saringan
  4. Keranjang kawat silinder dan pan bahan
  5. Gelas ukur dan piknometer
  6. Talam logam
  7. Wadah baja berbentuk silinder
  8. Mistar perata
  9. Alat pemisah contoh
  10. Sekop kecil atau sendok
  11. Mesin pengguncang saringan (*sieve shaker*)
  12. Mesin abrasi *Los Angeles* dengan bola baja, dan sebagainya.
- b. Peralatan yang digunakan untuk pembuatan benda uji antara lain:
  1. Satu set alat *Slump Test* untuk mengetahui kelecakan adukan beton.
  2. Mesin pengaduk (*mollen*) campuran beton segar untuk mencampur bahan-bahan pembentuk sampel beton.
  3. Cetakan benda uji (*mold*) berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk benda uji beton dan cetakan berupa pipa paralon yang dimodifikasi dengan bentuk silinder berdiameter 5 cm dan tinggi 10 cm untuk benda uji mortar.

4. Mesin penggetar (*vibrator machine*) untuk menggetarkan dan memadatkan campuran beton segar yang akan dicetak ke dalam cetakan (*mold*).
  5. Bak perendaman benda uji untuk melakukan perawatan (*curing*).
- c. Peralatan yang digunakan untuk pengujian benda uji.
1. Timbangan kasar atau Neraca OHAUS.
  2. Mesin uji tekan (*Compression Testing Machine*).

### 3.4 Pemeriksaan Bahan

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan pengujian atau pemeriksaan bahan penyusun beton. Pemeriksaan bahan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya yang meliputi pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar. Pemeriksaan bahan material agregat halus dan agregat kasar tersebut antara lain sebagai berikut.

- a. Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus dan Agregat Kasar
- b. Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar
- c. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus dan Agregat Kasar
- d. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus dan Agregat Kasar
- e. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus dan Agregat Kasar
- f. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar dengan Mesin Abrasi *Los Angeles*

Tahapan pemeriksaan pendahuluan terhadap material ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan bahan sebagai material penyusun beton yang memenuhi syarat pembuatan campuran beton untuk mengumpulkan data perencanaan campuran (*Mix Design*).

### 3.5 Perencanaan Campuran (*Mix Design*) Beton

Dalam pelaksanaan penelitian ini, perhitungan perencanaan campuran dilakukan dengan metode SNI 03-2834-2000 “*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Mutu Normal*”, dengan mutu beton rencana adalah mutu beton normal 20 MPa, 22,5 MPa, dan 25 MPa dan target mutu beton yang di dapat dengan rumus  $f_{cr} = f'_c + M$ , dengan M diambil nilai 12 menjadi  $f_{cr} = f'_c + 12$ , sehingga nilai target mutu beton rata-rata berturut-turut menjadi 32 MPa, 34,5 MPa, dan 37 MPa.

Selain dari 3 mutu di atas juga dibuat rencana campuran dengan komposisi FAS tetap bernilai 0,5. Diambil nilai FAS 0,5 untuk variasi ini dikarenakan nilai tersebut merupakan nilai FAS yang sering digunakan pada perencanaan di lapangan. Selain itu juga nilai FAS 0,5 merupakan nilai yang tidak terlalu rendah maupun terlalu tinggi sehingga untuk pengerjaan masih mudah untuk dilakukan. Apabila diambil nilai FAS lebih dari 0,5 atau 0,6 kemungkinan akan mendapatkan mutu dibawah mutu beton normal. Dan apabila menggunakan nilai FAS dibawah 0,4 atau 0,3 akan sulit dalam pengerjaannya dan sulit mendapatkan kepadatan sehingga dapat menimbulkan beton keropos walaupun peluangnya besar untuk mendapatkan kuat tekan yang lebih tinggi. Tahapan perencanaan campuran beton

dengan menggunakan metode SNI 03-2834-2000 akan ditampilkan pada lampiran.

### **3.6 Perencanaan Campuran Mortar**

Perhitungan perencanaan campuran pada mortar diambil dari hasil perhitungan campuran yang telah didapatkan pada *mix design* beton. Data yang diambil yaitu jumlah air, semen, dan pasir pada masing-masing *mix design* yang telah didapatkan pada setiap mutu beton yang telah direncanakan yaitu 20 MPa, 22,5 MPa, dan 25 MPa. Dari data *mix design* tersebut kemudian dibuat variasi mortar sesuai dengan variasi beton dari perbandingan air, semen, dan pasir yang telah didapatkan untuk setiap mutu beton yang telah direncanakan *mix design* nya.

### **3.7 Uji Slump menurut SNI 1972:2008**

Tujuan pengujian adalah untuk memperoleh angka *slump* beton. *Slump* ditetapkan sesuai kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, dipadatkan, dan diratakan. Angka *slump* menggambarkan sifat kelecakan (*workability*) beton segar. Peralatan uji slump ialah cetakan dari logam (kerucut *Abrams*), tongkat pemadat, pelat logam, sendok cekung, dan mistar. Prosedur uji *slump* yang digunakan yaitu berdasarkan SNI 1972:2008 “*Cara Uji Slump Beton*”.

### **3.8 Pembuatan Benda Uji**

Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya dengan beberapa tahapan dan pengujian.

### 3.8.1 Pembuatan Benda Uji Mortar

Salah satu syarat untuk mendapatkan suatu mutu yang baik adalah proses pelaksanaan di lapangan harus baik dan benar. Hal ini erat kaitannya dengan proses pencampuran material pembentuk mortar dan pasta yaitu semen, air, dan pasir harus dicampur hingga menghasilkan campuran yang merata. Proses langkah kerja pencampuran dan pembuatan benda uji mortar dengan diameter 5 cm dan tinggi 10 cm adalah sebagai berikut:

1. Material pembentuk mortar dan beton ditimbang sesuai dengan hasil perhitungan rencana campuran (*mix design*) mortar dan beton untuk bahan semen, air, dan Pasir Sungai Kahayan.
2. Masukkan pasir dan semen ke dalam mesin pengaduk, sebelumnya basahi terlebih dahulu mesin pengaduk dengan air agar pada proses pencampuran komposisi air yang telah dihitung tidak berkurang akibat diserap oleh dinding-dinding mesin pengaduk.
3. Putar mesin pengaduk untuk beberapa detik agar material pasir dan semen yang telah dimasukkan ke dalam mesin pengaduk dapat tercampur merata. Setelah itu, masukkan air kedalam campuran tersebut secara bertahap lalu tunggu beberapa menit hingga menghasilkan campuran yang homogen.
4. Setelah bahan tercampur merata, kemudian sisihkan dan masukkan campuran mortar ke dalam cetakan benda uji sesuai dengan jumlah benda uji mortar yang direncanakan.

### 3.8.2 Pembuatan Benda Uji Beton

Sampel benda uji dibuat berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Sampel benda uji dibuat sebanyak 3 buah untuk setiap variasi.

Prosedur pembuatan benda uji beton sebagai berikut:

1. Mempersiapkan material-material yang akan dibuat menjadi benda uji meliputi pasir Sungai Kahayan, batu pecah, semen, dan air.
2. Menimbang berat masing-masing material sesuai dengan rencana campuran beton (*mix design*).
3. Untuk bahan air, semen, dan Pasir Sungai Kahayan sebelumnya sudah dilakukan pengadukan untuk mendapatkan bahan benda uji mortar, pada pembuatan benda uji mortar di poin 3.8.1 di atas.
4. Kemudian setelah campuran mortar selesai didapatkan dan disisihkan sesuai dengan jumlah rencana benda uji nya, agregat kasar untuk benda uji beton dapat dimasukkan ke dalam mesin pengaduk (*mollen*).
5. Setelah pengadukan dirasa cukup, maka diadakan pengujian nilai *slump*. Setelah nilai *slump* yang direncanakan tercapai, kemudian campuran beton segar dimasukkan ke dalam cetakan (*mold*). Setelah itu getarkan dengan meja vibrator (*vibrating table machine*) dan usahakan agar beton segar tersebut padat dan memenuhi cetakan serta tidak nampak lagi gelembung udara pada permukaan beton. Kemudian meratakan permukaan sampel beton segar pada cetakan.
6. Setelah pengisian pada cetakan (*mold*) selesai, benda uji didiamkan selama 24 jam. Setelah sampel dirasa cukup mengeras dan kandungan air sudah

berkurang, benda uji dikeluarkan dari cetakannya dan dilanjutkan ke tahap perawatan (*curing*) dengan merendam benda uji ke dalam bak penampungan air.

### 3.8.3 Data Pembuatan Benda Uji Mortar dan Beton

Benda uji mortar dan beton dibuat dengan dua variasi faktor air semen. Untuk variasi pertama, faktor air semen tidak ditetapkan (FAS variatif) namun jumlah air dalam campuran tetap mengikuti kontrol campuran *mix design*, dengan penambahan semen 10%, 20%, 30%, dan 40% serta pengurangan semen sebesar 5% dan 10% didapatkan nilai faktor air semen yang berbeda. Untuk variasi kedua, faktor air semen ditetapkan dengan nilai 0,5 dengan penambahan dan pengurangan jumlah semen yang sama dengan variasi pertama.

**Tabel 3.1 Data Pembuatan Benda Uji Mortar dan Beton FAS Variatif**

No.	Variasi	Komposisi				FAS	Jumlah Benda Uji	
		Beton			Agregat Kasar		Beton	Mortar
		Mortar						
		Semen (PC)	Air	Pasir				
1.	VA4	PC0 + 40%	A0	P0	AK0	FAS A4	3	6
2.	VA3	PC0 + 30%	A0	P0	AK0	FAS A3	3	6
3.	VA2	PC0 + 20%	A0	P0	AK0	FAS A2	3	6
4.	VA1	PC0 + 10%	A0	P0	AK0	FAS A1	3	6
5.	<b>Kontrol</b>	<b>PC0</b>	<b>A0</b>	<b>P0</b>	<b>AK0</b>	<b>FAS0</b>	3	6
6.	VB1	PC0 – 5%	A0	P0	AK0	FAS B1	3	6
7.	VB2	PC0 – 10%	A0	P0	AK0	FAS B2	3	6
Total Jumlah Benda Uji							63	

Sumber: Penulis, 2019

**Tabel 3.2 Data Pembuatan Benda Uji Mortar dan Beton FAS Tetap 0,5**

No.	Variasi	Komposisi					Jumlah Benda Uji	
		Beton				FAS	Beton	Mortar
		Mortar			Batu Pecah			
		Semen (PC)	Air	Pasir				
1.	VA4	PC0 + 40%	AA4	P0	AK0	0,5	3	6
2.	VA3	PC0 + 30%	AA3	P0	AK0	0,5	3	6
3.	VA2	PC0 + 20%	AA2	P0	AK0	0,5	3	6
4.	VA1	PC0 + 10%	AA1	P0	AK0	0,5	3	6
5.	<b>Kontrol</b>	<b>PC0</b>	<b>A0</b>	<b>P0</b>	<b>AK0</b>	<b>0,5</b>	3	6
6.	VB1	PC0 – 5%	AB1	P0	AK0	0,5	3	6
7.	VB2	PC0 – 10%	AB2	P0	AK0	0,5	3	6
<b>Total Jumlah Benda Uji</b>							<b>63</b>	

Sumber: Penulis, 2019

Keterangan:

VA1, VA2, VA3, VA4 = Variasi ke atas 1, 2, 3, 4

VB1, VB2 = Variasi ke bawah 1, 2

PC0 = Jumlah semen sesuai kontrol pada *mix design*

P0 = Jumlah pasir sesuai kontrol pada *mix design*

A0 = Jumlah air sesuai kontrol pada *mix design*

AK0 = Jumlah agregat kasar sesuai kontrol pada *mix design*

AA1, AA2, AA3, AA4 = Variasi jumlah air ke atas 1, 2, 3, 4

AB1, AB2 = Variasi jumlah air ke bawah 1, 2

FAS A1, FAS A2, FAS A3, FAS A4 = Variasi nilai FAS ke atas 1, 2, 3, 4

FAS B1, FAS B2 = Variasi nilai FAS ke bawah 1, 2

Total jumlah benda uji di atas merupakan benda uji untuk 1 mutu beton.

Karena akan dibuat 3 macam mutu beton, yaitu 20 MPa, 22,5 MPa, 25 MPa dan satu FAS tetap 0,5, sehingga total benda uji mortar dan beton yang akan dibuat

adalah sebanyak 42 buah benda uji mortar dan 21 buah benda uji beton untuk 1 mutu beton.

### 3.9 Perawatan Benda Uji

Perawatan (*curing*) benda uji beton dan mortar bertujuan untuk menjaga agar permukaan beton selalu lembab sehingga menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna. Pada umumnya perawatan (*curing*) mencegah pengeringan yang biasa menyebabkan kekurangan air yang dibutuhkan untuk proses pengerasan pada benda uji serta mengurangi dampak keretakan benda uji.

Metode perawatan yang dilakukan terhadap benda uji pada penelitian ini adalah dengan merendam benda uji ke dalam air dan lama perendaman benda uji dilakukan sesuai dengan umur pengujian beton dan mortar yang direncanakan yaitu 28 hari. Air yang digunakan pada proses perawatan ini berasal dari sumur bor Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Palangka Raya.

### 3.10 Pengujian Kuat Tekan

Untuk mengetahui kuat tekan benda uji dari masing-masing sampel maka dilakukan pengujian kuat tekan terhadap masing-masing benda uji pada waktu berumur 28 hari. Kuat tekan beban beton atau mortar adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (*Compression Testing Machine*).

### 3.10.1 Uji Kuat Tekan Mortar

Benda uji mortar yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 5 cm dan tinggi 10 cm. Langkah-langkah pengujian kuat tekan benda uji mortar adalah sebagai berikut.

1. Masing-masing benda uji diukur diameter dan tingginya, ditimbang beratnya, serta dihitung luas bidang tekannya (A).
2. Letakkan benda uji pada mesin uji tekan secara simetris. Jalankan mesin tekan dengan penambahan berat yang konstan. Perhatikan jarum manometer yang menunjukkan kenaikan kuat tekan yang terjadi.
3. Lakukan pembebanan sampai benda uji mortar hancur (beban maksimum), kemudian baca beban maksimum yang dapat ditahan benda uji dengan melihat jarum manometer.

### 3.10.2 Uji Kuat Tekan Beton

Benda uji beton yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Prosedur pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut:

1. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
2. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan. Perhatikan jarum manometer yang menunjukkan kenaikan kuat tekan yang terjadi.
3. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

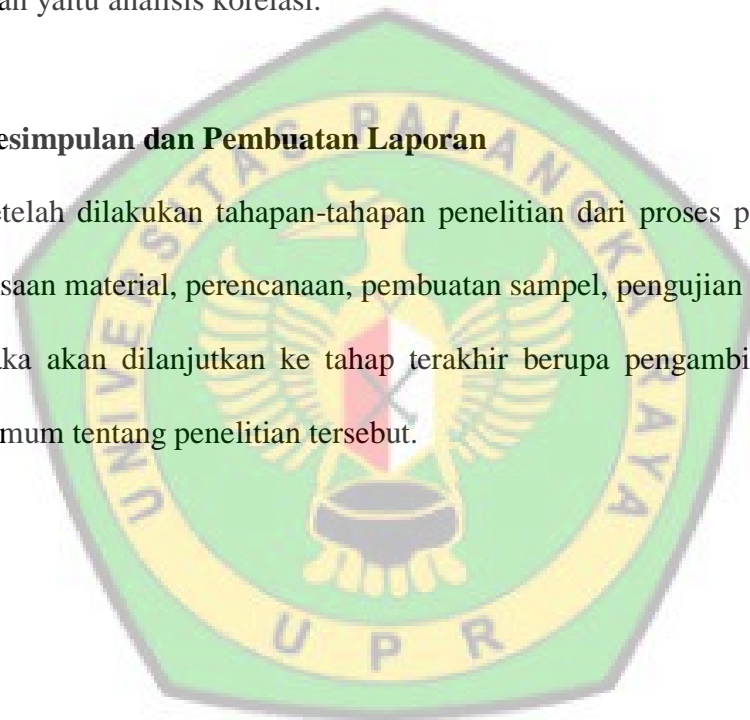
4. Catat hasil beban maksimum.

### **3.11 Analisis Data**

Variasi dalam hasil penelitian beton biasanya dinilai dengan menentukan kekuatan tekannya kemudian menganalisis hasil pemeriksaan secara statistik untuk mendapatkan gambaran tentang sekumpulan data. Analisis statistik yang digunakan yaitu analisis korelasi.

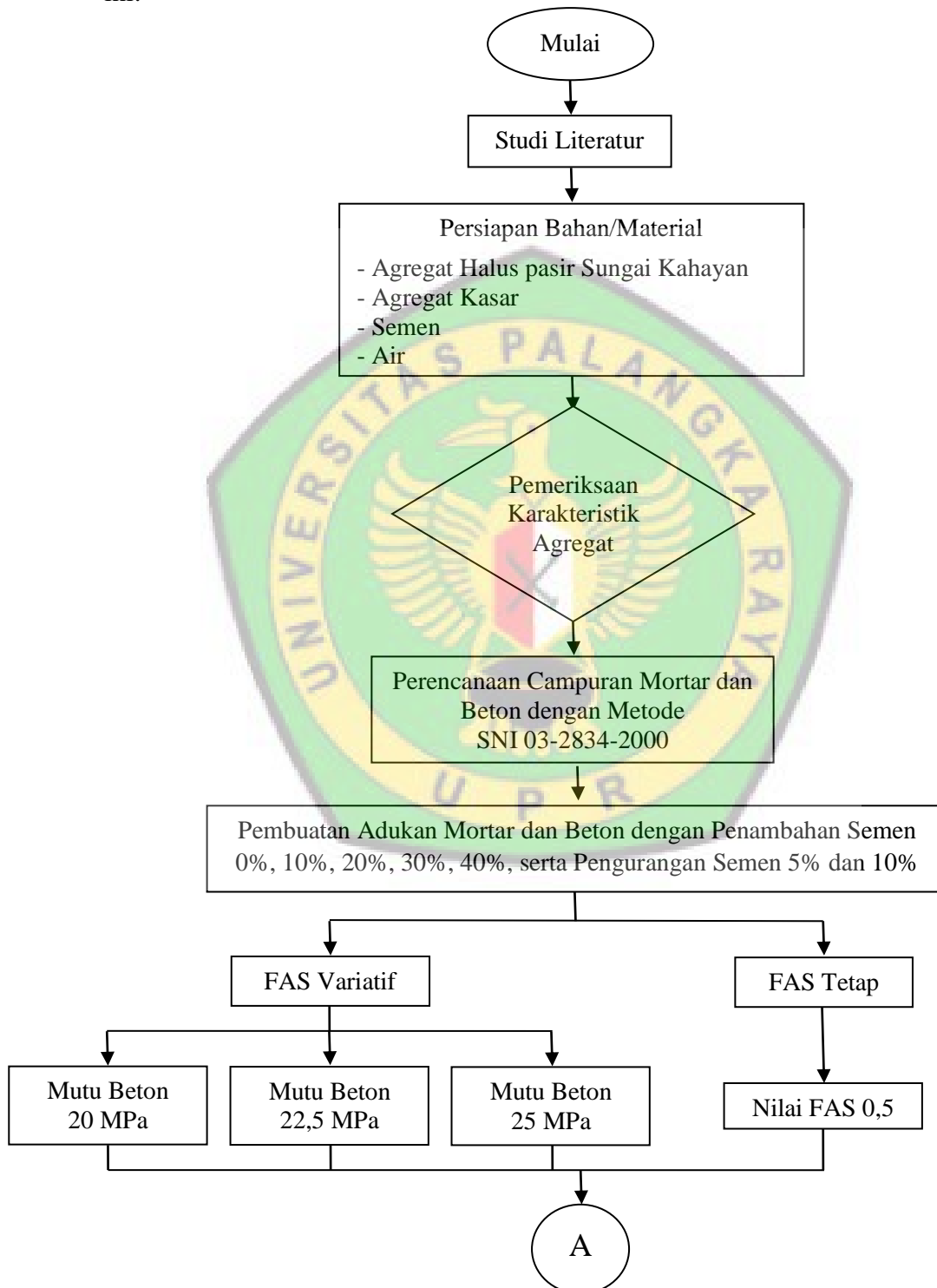
### **3.12 Kesimpulan dan Pembuatan Laporan**

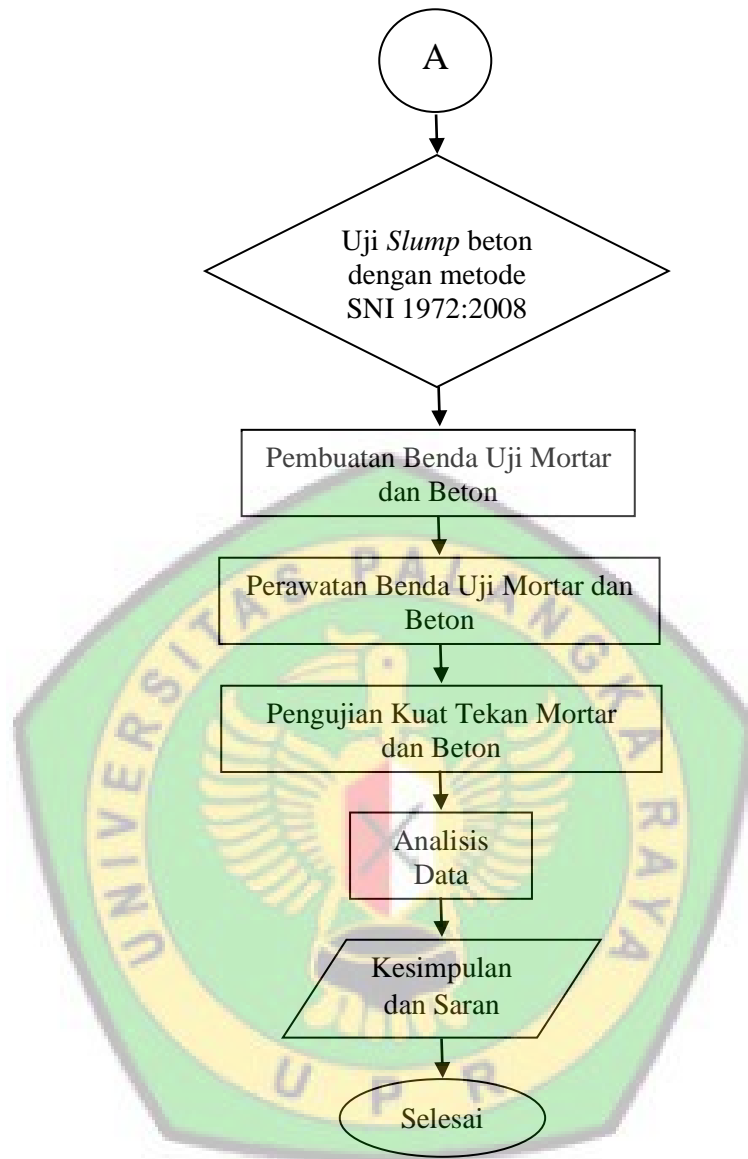
Setelah dilakukan tahapan-tahapan penelitian dari proses persiapan bahan, pemeriksaan material, perencanaan, pembuatan sampel, pengujian dan pengolahan data maka akan dilanjutkan ke tahap terakhir berupa pengambilan kesimpulan secara umum tentang penelitian tersebut.



### 3.13 Bagan Alir Tahapan Penelitian

Secara garis besar tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini:





**Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian**

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian, analisis data, dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Karakteristik agregat halus pasir Sungai Kahayan yang diperoleh dari pemeriksaan antara lain memiliki berat volume padat 1,576 kg/ltr, berat volume goyangan 1,563 kg/ltr, berat volume lepas 1,518 kg/ltr, modulus halus butir 2,49, kadar air sebesar 0,2%, berat jenis 2,509, penyerapan air 0,939%, kadar lumpur 1,880%, dan termasuk dalam daerah II (pasir agak kasar) analisa saringan agregat halus.
2. Nilai kuat tekan mortar dan beton yang dihasilkan dari penggunaan pasir Sungai Kahayan Kota Palangka Raya seiring dengan perubahan kadar semen dan nilai FAS pada mutu 20 MPa, 22,5 MPa, dan 25 MPa antara lain sebagai berikut.
  - a. Pada mortar FAS variatif dihasilkan kuat tekan sebesar 22,918 MPa, 25,168 MPa, dan 27,375 MPa.
  - b. Pada mortar FAS tetap dihasilkan kuat tekan sebesar 25,168 MPa.
  - c. Pada beton FAS variatif dihasilkan kuat tekan sebesar 28,436 MPa, 28,860 MPa, dan 33,529 MPa.
  - d. Pada beton FAS tetap dihasilkan kuat tekan sebesar 26,172 MPa.

3. Perubahan kadar semen berpengaruh pada kuat tekan mortar dan beton yaitu semakin besar persen penambahan semen, semakin tinggi kuat tekan mortar dan beton, begitu pula sebaliknya, berkurangnya persen semen akan menyebabkan kuat tekan mortar dan beton yang dihasilkan rendah. Pengaruh penambahan kadar semen memiliki sumbangan yang lebih kecil dibandingkan dengan pengaruh nilai FAS pada peningkatan kuat tekan.
4. Pengaruh variasi FAS pada kuat tekan mortar dan beton diuraikan sebagai berikut.
  - a. FAS memiliki pengaruh yang cukup signifikan pada kuat tekan mortar dan beton. Dengan mengurangi nilai FAS sampai batas tertentu didapatkan kuat tekan yang semakin tinggi atau dengan kata lain semakin rendah nilai FAS semakin tinggi kuat tekan mortar dan beton.
  - b. Pengurangan nilai FAS sebaiknya mengikuti batas pada penambahan semen yang dianjurkan yaitu pada penambahan semen 10% atau pada nilai FAS 0,4. Pada nilai FAS tersebut, sudah cukup untuk meningkatkan kuat tekan mortar dan beton yang masih ekonomis serta *workability* yang cukup baik.
  - c. Selisih antara kuat tekan yang dihasilkan pada mutu rencana 25 MPa antara FAS variatif dan FAS tetap menunjukkan adanya sumbangan dari nilai FAS terhadap kuat tekan yaitu sebesar 2,048 MPa disetiap pengurangan FAS 0,1 pada mortar dan 5,051 MPa disetiap pengurangan FAS 0,1 pada beton.

- d. Kuat tekan yang dihasilkan pada mortar dan beton belum mencapai kuat tekan yang ditargetkan. Kuat tekan target untuk mutu rencana 20 MPa yaitu 32 MPa, pada mutu rencana 22,5 MPa yaitu 34,5 MPa, dan pada mutu rencana 25 MPa yaitu 37 MPa. Dengan hasil kuat tekan mortar dan beton yang ada, belum tercapai kekuatan target yang diinginkan.
5. Hubungan yang dianalisis dari kuat tekan mortar terhadap kuat tekan beton yaitu berupa hubungan korelasi. Hubungan antar kedua kuat tekan tersebut menghasilkan nilai korelasi yang tinggi dan bernilai positif yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kuat tekan mortar maka semakin tinggi kuat tekan beton. Koefisien korelasi ( $r$ ) dari setiap mutu dan variasi tersebut antara lain bernilai 0,982 pada mutu 20 MPa, 0,969 pada mutu 22,5 MPa, dan 0,973 pada mutu 25 MPa, dan 0,955 pada FAS tetap 0,5.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, adapun beberapa saran yang dapat diberikan pada masa yang akan datang sebagai berikut.

1. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan komposisi campuran yang lebih baik dan lebih tepat pada penggunaan agregat lokal pasir Sungai Kahayan agar dicapai kuat tekan target yang diinginkan.
2. Apabila dalam penelitian selanjutnya dilakukan upaya penambahan semen atau mengurangi nilai FAS pada campuran mortar maupun beton, sebaiknya cukup sampai pada penambahan semen 10% atau nilai FAS 0,4

agar mendapatkan campuran mortar dan beton yang ekonomis dan tetap dapat meningkatkan kuat tekannya.

3. Apabila memadatkan adukan mortar dan beton pada cetakan dapat diteliti dan dicermati agar benda uji tidak poros terutama pada campuran dengan FAS rendah.
4. Pada saat pengujian kuat tekan dapat diperhatikan kembali dan diteliti agar benda uji masuk ke dalam alat dengan posisi yang tepat sehingga kuat tekan yang diperoleh dapat maksimal.



## DAFTAR PUSTAKA

- Afriyani, Dwi. 2017. *Pemanfaatan Batu Lokal Semoi sebagai Agregat Kasar dan Pasir Palu sebagai Agregat Halus pada Campuran Beton*. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil. Politeknik Negeri Balikpapan: Balikpapan.
- Anonim. 1989. *SK SNI S-04-1989-F Tentang Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A*. Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. 2000. *SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. 2002. *SNI 03-6825-2002 Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil*. Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. 2004. *SNI 15-2049-2004 Tentang Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. 2005. *Klasifikasi Mutu Beton*. Puslitbang Prasarana Transportasi, Divisi 7.
- Anonim. 2010. *ASTM C270 Standard Specification for Mortar for Unit Masonry*. ASTM International (ASTM).
- Anonim. 2013. *SNI 2847:2013 Tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.
- Asroni, Ali. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Camos, A., B. Aguiar, S. Jalali. 2005. *Estimating Compressive Strength of Concrete by Mortar Testing. International Conference on Concrete for Structures*. (05): 121-127.
- Dimalouw, B. Gilang, & Priyanto S. 2016. Tinjauan Kembali Mengenai Pengaruh Modulus Kehalusan Pasir terhadap Kuat Tekan Tekan Beton. *Reka Rencana Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. 2(3): 115-125.

- Haach, Vladimir G., Graça Vasconcelos, & Paulo B. Lourenço. 2011. Influence of Aggregates Grading and Water/cement Ratio in Workability and Hardened Properties of Mortars. *Construction and Building Materials*. 25(6): 2980-2987.
- Hunggurami, E., Wilhelmus B., & Mbulu P. 2018. Kuat Tekan Beton Normal dan Mortar menggunakan Agregat Umalulu. *Jurnal Teknik Sipil*. 7(2): 133-142.
- Fattah, A., & Abdul Nabi. 2017. Pengaruh Zona Pasir terhadap Kuat Tekan beton Normal. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*. (pp):107 – 112.
- Hardagung, Harnung T., Kusno Adi S., & Purnawan G. 2014. Kajian Nilai *Slump*, Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton dengan Bahan Tambah *Filler* Abu Batu Paras. *Jurnal Matriks Teknik Sipil*. 2(2): 131-137.
- LeBow, Caleb J. 2018. *Effect of Cement Content on Concrete Performance*. Theses and Dissertations. Civil Engineering University of Arkansas, Fayetteville.
- Li, Zongjin. 2011. *Advanced Concrete Technology*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Manganta, M., & Mardiana Amir. 2017. Pengaruh Ukuran Butir Maksimum Agregat Kasar terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*. (Pp): 95 – 100.
- Mariati. 2015. *Karakteristik Pasir Sungai Kahayan Sebagai Material Pembuatan Beton*. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya: Palangka Raya.
- Meilawaty, Okta. 2017. *Buku Panduan Praktikum Beton*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya: Palangka Raya.
- Mulyanto, Tri. 2013. *Potensi Kertas Koran sebagai Bahan Campuran pada Pembuatan Beton*. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya: Palangka Raya.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

- Nugraha, P., dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Priastiwi, Yulita A., dkk., 2017. Pengaruh Gradasi Pasir dan Faktor Air Semen pada Mortar terhadap Kekuatan Beton Prepacked. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. 6(1): 147-156.
- Sarwono, Jonathan. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Siregar, Atur P. N., Nurul I., & I Wayan S. 2020. Pengaruh Penggunaan Gradasi Agregat Berbasis SNI 03-2834-2000 dalam Campuran Beton terhadap Kuat Tekan dan *Fracture Toughness* Beton. *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*. 27(1): 71-78.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.
- Yurdakul, Ezgi. 2013. *Proportioning for Performance – Based Concrete Pavement Mixtures*. Graduate Theses and Dissertations. Civil, Construction, and Environmental Engineering Iowa State University.

