

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman modern ini, pembangunan konstruksi gedung di kota-kota besar berkembang dengan begitu pesat, terhususnya di kota Pasir Pengaraian yaitu Kabupaten Rokan Hulu. Hal ini mengakibatkan kebutuhan akan bahan bangunan seperti kerikil, pasir dan semen akan meningkat pula.

Bangunan gedung terdiri dari struktur, lantai, dinding dan atap. Dinding merupakan salah satu unsur utama dalam suatu bangunan gedung. Adapun macam-macam dinding yang digunakan untuk material konstruksi dinding yaitu batako, bata celcon (*hebel*), batu bata, papan, dinding partisi dan masih banyak lagi macam material konstruksik lain untuk dinding. Saat ini sudah banyak dikembangkan berbagai macam material pengganti bata dan batako sebagai pengganti dinding. Akan tetapi banyak dari material tersebut barang impor atau beberapa unsurnya merupakan produk impor sehingga harganya masih tergolong mahal dan susah dijangkau masyarakat pedesaan dan pada khususnya yaitu masyarakat Rokan Hulu.

Batako merupakan batu cetak yang terbuat dari campuran antara pasir, semen dan air dengan perbandingan tertentu yang digunakan untuk pemasangan dinding. Di Rokan Hulu batako sudah lama dikenal dan banyak digunakan sebagai bahan bangunan untuk dinding dan pembuatannya dibuat oleh masyarakat itu sendiri, hal seperti ini menunjukkan bahwa dalam pembuatan batako masih berdasarkan pengalaman yang tidak memperhatikan karakteristik yang mempengaruhi mutu dari batako seperti gradasi, berat jenis, kadar air, dan proporsi campuran batako.

Seiring dengan perkembangan teknologi telah banyak ditemukan inovasi atau alternatif sebagai bahan tambah dalam pembuatan batako untuk meningkatkan mutu dan kualitasnya berdasarkan persyaratan SNI-03-0349-1989. Inovasi atau alternatif yang dapat dijadikan sebagai bahan tambah yaitu dengan menambahkan limbah gypsum, sekam padi, ampas tebu, tempurung

kelapa, cangkang kelapa sawit, abu batu bara dan masih banyak lagi inovasi atau alternatif bahan tambah yang telah digunakan para peneliti guna untuk meningkatkan mutu dan kualitas batako.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan bahan tambah abu kertas zak semen, serbuk kayu dan sabut kelapa sebagai inovasi atau alternatif dalam pembuatan batako. Bahan tambah abu kertas zak semen, serbuk kayu dan sabut kelapa dalam penelitian ini semoga dapat mencapai mutu dan kualitasnya yang memenuhi spesifikasi SNI-03-0349-1989 dan dapat digunakan sebagai bahan untuk kontruksi bangunan khususnya untuk masyarakat Rokan Hulu dan umumnya di seluruh pelosok Nusantara.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan dari latar belakang diatas, maka permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah :

1. Menganalisis sifat fisik dan kimia abu kertas zak semen, serbuk kayu dan sabut kelapa untuk campuran batako.
2. Mendesain komposisi untuk campuran batako yang memenuhi syarat karakteristik SNI-3-0349-1989.
3. Pada komposisi berapa persen penambahan abu kertas zak semen, serbuk kayu dan sabut kelapa yang dapat dibandingkan mutunya dengan batako normal.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisa sifat fisik dan kimia dari abu kertas zak semen, serbuk kayu dan sabut kelapa.
2. Mendesain komposisi bahan tambah pada batako yang termasuk kedalam spesifikasi SNI-03-2495-1991 terhadap pengaruh penambahan abu kertas zak semen, serbuk kayu dan sabut kelapa.
3. Menganalisa pengaruh penambahan abu kertas zak semen, serbuk kayu dan sabut kelapa terhadap mutu pada batako.

1.4 Manfaat Penelitian

Mengetahui komposisi, sifat fisik dan kimia bahan tambah pada campuran batako menggunakan abu kertas zak semen, serbuk kayu dan sabut kelapa terhadap mutu batako.

1.5 Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan penulis dalam melakukan penelitian ini dan agar penelitian ini dapat dilakukan lebih terarah berdasarkan identifikasi masalah yang diungkapkan diatas, maka perlu adanya pembatasan masalah agar penelitian dapat mencapai sasaran dengan optimal yaitu sebagai berikut :

1. Bahan tambah yang digunakan berupa abu kertas zak semen, serbuk kayu dan sabut kelapa.
2. Volume komposisi penyusun batako dan bahan tambah yang mengikuti acuan normatif SNI-03-3449-2002.
3. Semen yang digunakan adalah semen Portland type II (semen Portland)
4. Pengujian dilakukan pada umur batako 21 hari untuk mengetahui mutu yang dihasilkan dari penambahan abu kertas zak semen, serbuk kayu dan sabut kelapa.
5. Agregat yang dipakai pada penelitian ini yaitu agregat pasir saring yang berasal dari AMP karya nyata.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

1. Ishaq Maulana, (2012) Universitas Brawijaya. Pengaruh variasi dolomit material lokal Kabupaten Bangkalan sebagai substitusi agregat dalam pembuatan batako terhadap kuat tekan dan absorbs. Batako dalam penelitian ini dibuat dari campuran semen, tepung dolomit, pasir dan air. Tujuan penelitian adalah mencari bahan alternatif pengganti pasir dalam pembuatan batako. Komposisi sampel digunakan perbandingan Semen : pasir = 1 : 8 (dalam % volume). Substitusi pasir dengan variasi terdiri dari 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Sampel uji dibentuk batako *hollow* dengan ukuran 40 cm x 19 cm x 10 cm. Setelah pengeringan secara alami 28 hari ditemukan rata-rata kuat tekan maksimum 27,68 kg/cm² yaitu pada komposisi dengan penggunaan 75% dolomit dan minimum 14,15 kg/cm² pada penggunaan 0% dolomit, penyerapan air maksimum 18,34% pada komposisi dengan penggunaan 100% dolomite dan minimum 12,04% pada komposisi penggantian 25% dolomite, batako yang dihasilkan tergolong type IV, Komposisi dengan penggunaan 75% dolomit terhadap substitusi pasir menghasilkan kuat tekan lebih baik dari pada komposisi dengan penggunaan 0% dolomit terhadap substitusi pasir, jadi dapat disimpulkan bahwa tepung dolomite dapat dijadikan sebagai substitusi pasir pada pembuatan batako.
2. Rizky Dian Anggakusuma, Supardi, Edy Purwanto, (2014) kuat tekan batako dengan penambahan semen merah dari limbah gerabah. batako semakin populer digunakan sebagai pengganti batu bata merah. berbagai bahan tambah digunakan untuk meningkatkan mutu batako. pemanfaatan limbah gerabah dicoba untuk dimanfaatkan, karena limbah gerabah memiliki kandungan unsur silika. Penambahan semen merah dari limbah gerabah sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% terhadap berat semen dengan gradasi lolos saringan No.200. Benda uji dengan ukuran panjang 40 cm, lebar 10cm,

dan tinggi 20cm untuk pengujian visual dan kuat tekan. Sedangkan benda uji untuk pengujian daya serap air berukuran panjang 20cm, lebar 10cm, dan tinggi 20cm. Pengujian menggunakan alat CTM (*Compression Testing Machine*) pada umur batako 28 hari. Dari hasil pengujian visual dan penyimpangan ukuran menunjukkan bahwa batako dengan campuran semen merah dari limbah gerabah untuk seluruh komposisi masih memenuhi persyaratan pandangan luar SNI 03-0349-1989 dan PUBI 1982. Nilai kuat tekan rata-rata dengan persentase penambahan sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% adalah 25,47 kg/cm², 36,43 kg/cm², 37,81 kg/cm², 31,85 kg/cm², dan 27,27 kg/cm² yang memenuhi kriteria persyaratan bata beton pejal IV. Nilai daya serap air rata-rata dengan persentase sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% adalah 15,22%, 12,47%, 7,28%, 6,58%, dan 10,87%.

3. Ari Setyo Nugroho, Aliem dan Suhendro Trinugroho, (2015) tinjauan kualitas batako dengan pemakaian bahan tambah limbah gypsum. batako merupakan bata cetak yang terdiri dari campuran antara pasir, semen dan air. Batako terdiri dari dua jenis yaitu batako berlubang dan batako pejal. seiring perkembangan zaman dan teknologi serta inovasi atau alternatif dalam pembuatan merupakan *experimen* (penelitian dilaboratorium) dengan judul tinjauan kualitas batako dengan pemakaian bahan tambah limbah gypsum, yang bertujuan sebagai inovasi atau alternative. bahan tambah dan beberapa presentase optimal penambahan limbah gypsum baik untuk kuat tekan, kuat tarik belah, serta uji geser dan uji gravitasi. dalam penelitian ini mempergunakan benda uji berupa batako dengan ukuran 30 cm x 15 cm x 10 cm. bahan-bahan yang digunakan adalah pasir dari klaten, limbah gypsum karanganyar, semen merk tiga roda, air di ambil dari laboratorium bahan bangunan jurusan teknik sipil fakultas teknik universitas muhammadiyah surakarta, bahan tambah limbah gypsum, dengan variasi penambahan 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dari berat adukan batako. jumlah sampel benda uji 5 untuk setiap presentase penambahan, sehingga total benda uji adalah 90 buah. perencanaan campuran mengacu pada departemen pekerjaan umum 1989-(sni 03-0348-1989) dengan faktor air semen (fas) 0,45. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari di laboratorium bahan bangunan jurusan Teknik Sipil Fakultas

Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pada pengujian kuat tekan dengan fas 0,4 pada presentase penambahan limbah gypsum 1% menghasilkan kuat tekan maksimum sebesar 8,017 Mpa, sedangkan pada kuat tekan normal sebesar 4,056. sedangkan kuat tarik belah batako dengan penambahan limbah gypsum sebesar 3% dan 4% pada fas 0,4 menghasilkan nilai kuat tarik belah maksimum 0,481 Mpa, sedangkan kuat tarik belah normal 0,311 Mpa. sedangkan pada uji geser menunjukkan bahwa batako dalam kondisi utuh dan dari hasil pengujian gravitasi pembenturan batako tersebut tidak membuat batako hancur terbelah, melainkan cuil pada ujung dan pinggir batako sehingga batako bisa di pergunakan. jadi dengan penambahan limbah gypsum dalam campuran batako dapat meningkatkan nilai kuat tekan, tarik belah batako, uji geser dan uji gravitasi sampai kondisi maksimum di bandingkan dengan batako normal.

4. Dantje A. T. Sina , Elia Hunggurami, Amarin S. Menuzes, pengaruh pengganti sebagian agregat halus dengan kertas koran bekas pada campuran batako semen Portland terhadap kuat tekan dan serapan air. ketersediaan alam untuk kontruksi sangatlah terbatas, dilain pihak permintaan akan material tersebut terus meningkat, sehingga perlu dicoba untuk menggunakan material alternatif seperti memanfaatkan barang bekas yang sering menjadi sampah sebagai material kontruksi. salah satu alternative yang dicoba adalah kertas koran bekas sebagai material tambahan dalam campuran batako semen Portland untuk menggantikan sebagian pasir, sehingga dapat mengurangi pemakaian pasir dan diharapkan dapat mengurangi sampah serta diperoleh batako semen Portland yang memiliki bobot lebih ringan. Penelitian dilakukan dengan membuat batako semen Portland berlubang (*hollow block*) berdimensi 40 x 20 x 10 cm yang terdiri dari batako semen Portland normal (tanpa penggantian pasir dengan kertas koran) dan batako semen Portland dengan penggantian pasir dengan kertas koran masing-masing sebanyak 15%, 20%, 25%, dan 30% volume pasir. Hasil penulitian menunjukkan bahwa penambahan kertas koran bekas dalam campuran batako semen Portland untuk menggantikan sebagian pasir mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan dan peningkatan penyerapan air (*absorpsi*). Kuat tekan batako semen

Portland pada umur 28 hari adalah sebesar 6,71 Mpa, nilai ini menurun manjadi berturut-turut sebesar 6,51 Mpa, 5,91 Mpa, 5,08 Mpa, dan 4,51 Mpa pada penambahan kertas koran sebesar 15%, 20%, 25%, dan 30% volume pasir, sedangkan absorpsinya masing-masing 8,43%, 8,72%, 9,18% dan 10,36% pada penambahan kertas koran berturut-turut sebesar 15%, 20%, 25% dan 30% volume pasir lebih tinggi dari batako tanpa penambahan kertas yaitu 6,53%.

5. Prokoso. (2006) meneliti tentang penambahan abu terbang pada campuran batako sebesar 3%, 6%, 9% yang mana hasil penelitiannya diperoleh kuat tarik sebesar : 0,5 Mpa, 0,8 Mpa, 1,0 Mpa dan untuk batako normal sebesar 0,3 Mpa. Sedangkan untuk kuat tekan diperoleh 15,0 Mpa, 18,3 Mpa, 20,1 Mpa, dan untuk batako normal sebesar 13,0 Mpa. Penelitian tersebut menunjukkan adanya pengaruh penambahan abu terbang terhadap kekuatan tarik dan kekuatan tekan batako.

2.2 Keaslian Penelitian

Penelitian ini menganalisa pengaruh penambahan abu kertas zak semen, serbuk kayu dan sabut kelapa terhadap mutu batako. Yang mana hasil penelitian ini untuk menentukan kuat tekan, bobot, dan daya serap air pada batako. Menggunakan inovasi atau alternatif bahan tambah abu kertas zak semen, serbuk kayu, dan sabut kelapa dengan komposisi 1 %, 1.5 %, 2 % dari berat total volume agregat.

Perbedaan penelitian ini dengan beberapa hasil penelitian terdahulu terdapat pada :

1. Agregat yang digunakan pada penelitian ini yaitu pasir saring yang berat tembus kumulatif gradasinya zona 1 (satu) berasal dari AMP Karya Nyata dan semen Portland kelas II.
2. Bahan tambah yang digunakan abu kertas zak semen, serbuk kayu, dan sabut kelapa.
3. Komposisi campuran yang digunakan sebesar 1 : 7 dengan bahan tambah 1%, 1.5%, 2 % dan batako normal tanpa bahan tambah.

4. Pengujian hasil dari penelitian ini dilakukan pada umur batako 21 hari untuk mengetahui mutu (bobot, daya serap air dan kuat tekan).
5. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Batako

Batako merupakan bahan bangunan yang berupa bata cetak *alternative* pengganti batu bata yang tersusun dari komposisi antara pasir, semen Portland dan air dengan perbandingan 1 semen : 4 pasir. Batako difokuskan sebagai konstruksi-konstruksi dinding bangunan nonstruktural. Supriyadi (1986:5) mengatakan bahwa batako adalah “semacam batu cetak yang terbuat dari campuran tras, kapur, dan air atau dapat dibuat dengan campuran semen, kapur, pasir dan ditambah air yang dalam keadaan pollen (lekat) dicetak menjadi balok-balok dengan ukuran tertentu”. Bentuk dari batako/batu cetak itu sendiri terdiri dari dua jenis, yaitu batu cetak yang berlubang (*hollow block*) dan batu cetak yang tidak berlubang (*solid block*) serta mempunyai ukuran yang bervariasi. Dari beberapa pengertian diatas dapat ditarik kesimpulan tentang pengertian batako adalah salah satu bahan bangunan yang berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar dengan bahan pembentuk yang berupa campuran pasir, semen, air dan dalam pembuatannya dapat ditambahkan dengan bahan tambah lainnya (*additive*). Kemudian dicetak melalui proses pemadatan sehingga menjadi bentuk balok-balok dengan ukuran tertentu dan dimana proses pengerasannya tanpa melalui pembakaran serta dalam pemeliharaannya ditempatkan pada tempat yang lembab atau tidak terkena sinar matahari langsung atau hujan, tetapi dalam pembuatannya dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding.

Batako merupakan material dinding yang umumnya dibuat dari campuran semen dan pasir kasar yang dicetak padat atau dipres. Menurut Aria (2013) batako memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut :

Kelebihan :

1. Tiap meter persegi pasangan tembok, membutuhkan lebih sedikit batako jika dibandingkan dengan menggunakan batu bata, berarti secara kuantitatif terdapat suatu pengurangan.
2. Pembuatan mudah dan ukuran dapat dibuat sama.
3. Ukurannya besar, sehingga waktu dan ongkos pemasangan juga lebih hemat.
4. Khusus jenis yang berlubang, dapat berfungsi sebagai isolasi udara.
5. Apabila pekerjaan rapi, tidak perlu diplester.
6. Lebih mudah dipotong untuk sambungan tertentu yang membutuhkan potongan.
7. Sebelum pemakaian tidak perlu direndam air.
8. Kedap air sehingga sangat kecil kemungkinan terjadinya rembesan air..
9. Pemasangan lebih cepat.
10. Penggunaan rangka beton pengakunya lebih luas, antara 9-12 .

Kekurangan :

1. Mudah terjadi retak rambut pada dinding.
2. Mudah dilubangi dan mudah pecah karena terdapat lubang pada bagian sisi dalamnya.
3. Kurang baik untuk isolasi panas dan suara.

Karakteristik bata beton yang umum ada dipasaran adalah memiliki densitas rata-rata $> 2000 \text{ kg/m}^3$, dengan kuat tekan bervariasi 3-5 Mpa. Ditinjau dari densitasnya batako tergolong cukup berat sehingga untuk proses pemasangan konstruksi dinding memerlukan tenaga yang cukup kuat dan waktu yang lama (Simbolon T. 2009).

3.2 Standar Mutu Batako

Berdasarkan SNI-03-0349-1989 syarat fisis yang harus dipenuhi batako dapat dilihat pada table 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 Syarat fisis batako berdasar SNI

Mutu	Kuat tekan bruto minimum (kg/cm ²)	% penyerapan rata-rata
I	65	25
II	45	35
III	30	-
IV	17	-

Sumber : SNI-03-0349-1989

Berdasarkan SNI-03-0349-1989, persyaratan kuat tekan minimum batako pejal sebagai bahan bangunan dinding dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut :

Tabel 3.2 Persyaratan kuat tekan minimum batako pejal sebagai bahan bangunan dinding menurut SNI-03-0349 1989

Mutu	Kuat Tekan Minimum (MPa)
I	9,7
II	6,7
III	3,7
IV	2

Sumber :SNI-03-0349-1989

Berdasarkan SNI-03-0349-1989 tentang bata beton (batako), persyaratan nilai penyerapan air maksimum adalah 25% (Sumaryanto, D. Satyarno,I. & Tjokrodimulyo,K. 2009).

3.3 Komposisi Penyusun Batako

Dalam pembuatan batako pada umumnya bahan yang digunakan adalah pasir, semen dan air atau tanpa bahan tambahan. Berikut ini akan dijelaskan mengenai bahan-bahan penyusun yang digunakan untuk pembuatan batako.

3.3.1 Semen

Semen adalah bahan yang mempunyai sifat adhesif dan kohesif digunakan sebagai bahan pengikat (*bonding material*) yang dipakai bersama batu kerikil dan air. Semen dapat dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu :

1. Semen non-hidrolik, yaitu semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur.
2. Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air.

Pabrik-pabrik semen memproduksi bermacam-macam jenis semen dengan sifat dan karakteristik yang berlainan, yang dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Semen dari bahan klinker - Semen - Portland
 1. semen portland
 2. semen portland abu terbang
 3. semen portland berkadar besi
 4. semen tanur-tinggi
 5. semen portland tras/pozzolan
 6. semen portland putih
2. Semen-semen lain
 1. aluminium semen
 2. semen bersulfat (Sagel, 1997)

Adapun jenis-jenis portland semen yaitu seperti tertera pada table 3.3 di bawah ini :

Tabel 3.3 Jenis-jenis Portland Semen

Jenis	Penggunaan
I	Konstruksi biasa di mana sifat yang khusus tidak diperlukan
II	Konstruksi biasa di mana diinginkan perlawanan terhadap sulfat ataupun dari hidrasi yang sedang
III	Jika kekuatan permulaan yang tinggi diinginkan
IV	Jika panas yang rendah dari hidrasi diinginkan
V	Jika daya tahan yang tinggi terhadap sulfat diinginkan

(*Chu-Kia Wang, 1993*)

Secara garis besar, ada 4 senyawa kimia utama yang menyusun semen portland, yaitu :

1. Trikalsium Silikat ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C_3S .
2. Dikalsium Silikat ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C_2S .
3. Trikalsium Aluminat ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C_3A .
4. Tertakalsium Alumino Ferit ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C_4AF .

Komposisi C_3S dan C_2S adalah 70%-80% dari berat semen dan merupakan bagian yang paling dominan memberikan sifat semen. Senyawa C_3S jika terkena air akan cepat bereaksi dan menghasilkan panas. Panas tersebut akan mempengaruhi kecepatan mengeras sebelum hari ke-14. Senyawa C_2S lebih lambat bereaksi dengan air dan hanya berpengaruh terhadap semen setelah umur 7 hari. C_2S memberikan ketahanan terhadap serangan kimia dan mempengaruhi susut terhadap pengaruh panas akibat lingkungan.

Menurut beberapa buku, komposisi semen seperti di Tabel 3.4 dibawah ini :

Tabel 3.4 Empat Senyawa Utama Dari Semen Portland

Nama Oksida Utama	Rumus Empiris	Rumus Oksida	Notasi Pendek	Kadar Rata - Rata (%)
Trikalsium silikat	CaSiO_5	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S	50
Dikalsium Silikat	CaSiO_4	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S	25
Trikalsium Aluminat	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A	12
Tetrakalsium Aluminoferrit	$2\text{Ca}_2\text{AlFeO}_5$	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF	8
Gypsum		$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{C}\hat{\text{S}}\text{H}_2$	3,5

Sumber : Buku Teknologi Beton (*Paul nugraha dan Antoni, 2007*)

Sedangkann menurut beberapa sumber lainnya, komposisi semen portland disajikan dalam bentuk lebih umum dan lebih sederhana, seperti Tabel 3.5 berikut :

Tabel 3.5 Komposisi Oksida Semen Portland

Oksida	Komposisi
Kapur (CaO)	60 - 65 %
Silika (SiO_2)	17 - 25 %
Alumina (Al_2O_3)	3 - 8 %
Besi (Fe_2O_3)	0,5 - 6 %
Megnesia (MgO)	0,5 - 4 %
Soda ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)	0,5 - 1 %
Sulfur (SO_3)	1 - 2 %

Sumber : Buku Teknologi Beton (*Kardiyono Tjokrodinuljo*)

3.3.2 Agregat Halus

Agregat merupakan bahan pengisi yang digunakan dengan semen untuk membuat adukan. Pasir yang digunakan untuk pembuatan batako harus bermutu baik yaitu pasir yang bebas dari lumpur, tanah liat, zat organik,

garam florida dan garam sulfat. Selain itu pasir juga harus bersifat keras, kekal dan mempunyai susunan butir (gradasi) yang baik. menurut persyaratan Bangunan indonesia agregat halus sebagai campuran untuk pembuatan beton harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Pasir harus terdiri dari butir-butir kasar, tajam, dan keras sebesar 0,14-5 mm.
2. Pasir harus mempunyai kekerasan yang sama.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, apabila lebih dari 5% maka agregat tersebut harus dicuci dulu sebelum digunakan. Adapun yang dimaksud lumpur adalah bagian butir yang melewati ayakan 0,063mm.
4. Pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
5. Pasir tidak mudah terpengaruh oleh perubahan cuaca.
6. Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat untuk batako

Dilihat dari syarat batas gradasinya, agregat halus (pasir) dibagi menjadi empat zona seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.6 dibawah ini :

Tabel 3.6 Syarat gradasi pasir

Lubang Ayakn (mm)	Berat Tembus Komulatif (%)							
	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4	
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas
10	100	100	100	100	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	100	75	100	90	100
0,6	15	34	35	59	60	79	80	100
0,3	5	20	8	30	12	40	15	50
0,15	0	10	0	10	0	10	0	15

Sumber : Teknologi Beton (Samekto & Rahmadiyanto, 2003).

3.3.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton atau batako untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air hanya dibutuhkan sekitar 25% dari berat semen. Namun pada kenyataannya, Faktor air semen yang dipakai nyatanya sulit kurang dari 0,35.

Pemakaian terlalu banyak air juga tidak baik untuk beton, karena dapat mengurangi kekuatannya dan menyebabkan betonnya porous. Selain itu, kelebihan air menyebabkan semen bersama sama air bergerak ke permukaan beton yang baru dituang (*Bleeding*) dan kemudian menjadi buih yang dikenal dengan selaput tipis (*laitance*). Selaput tipis ini berdampak mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton.

Kekurangan air juga menyebabkan semen tidak bisa bereaksi. Tentu saja hal ini tidak baik didalam proses pembuatan beton. Dapat ditentukan bahwa kekuarang air menyebabkan nilai slump beton tersebut akan sangat rendah, kecuali menggunakan bahan tambahan yang mampu membuat mengurangi faktor air semen.

Adapun syarat -syarat air yang digunakan didalam pembuatan beton sebagai berikut :

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak Mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, sat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram / liter.

- c. Tidak mengandung Chlorida (CI) lebih dari 0,5 Gram / liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram / liter.
- e. Air yang digunakan dalam pembuatan beton sama dengan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia sehari-hari seperti air minum, dan sebagainya.

Adapun syarat-syarat umum air yaitu :

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum. air yang digunakan dalam pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam, aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89:2-2). (Try Mulyono, 2003).

3.4 Bahan Tambah

Bahan tambah (*admixture*) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan kedalam campuran adukan beton selama campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau mutu betonnya.

Berdasarkan ACI (*American Concrete Institute*), bahan tambah adalah material selai air, agregat dan semen hidrolis yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung.

Penambahan bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau mortar tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan lainnya, karena penggunaan bahan tambah cenderung merupakan pengganti atau penambah substitusi dari dalam campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau mengubah sifat dan karakteristik tertentu dari beton atau mortar yang akan dihasilkan, maka kecenderungan perubahan komposisi dalam berat-volume tidak terasa secara langsung dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah.

3.4.1 Kertas zak Semen

Paper sack/karung kertas sak semen adalah pembungkus atau kemasan yang terbuat dari kertas berkualitas tinggi, material kertas yang digunakan biasanya terbuat dari kayu asli (bukan kertas hasil daur ulang). Karung kertas terbuat dari beberapa layer kraft untuk memberukan kekuatan, elastisitas, dan ketahanan sobek yang tinggi atau tanpa printing pada lapisan kertas paling luar.

Kertas kraft merupakan salah satu bahan yang digunakan untuk pembuatan jenis amplop gelembung. Kertas kraft digunakan untuk membuat amplop karena kekuatan tarik tinggi dibandingkan dengan kertas biasa. Karena kekuatan tarik yang tinggi dapat menahan dengan dibawah beban yang besar sehingga memungkinkan untuk pak barang-barang berat didalamnya. Warna kertas kraft adalah tergantung pada pengolahannya, warna putih diperoleh dari pemutihan dan warna coklat diperoleh tanpa proses pemutihan. Jenis bahan baku yang digunakan untuk membuat kertas kraft biasanya adalah kayu lunak. Dengan menggunakan prosedur yang panjang pengolahan kayu lunak ini diubah menjadi kertas kraft berguna. Kertas kraft memiliki sifat fisik seperti ketahanan sobek yang beragam, elastisitas yang baik.

Kertas kraft yang memiliki arti harfiah kertas kuat, mempunyai tiga kegunaan utama yaitu :

1. Kertas bungkus (*wrapping*) seperti untuk bungkus kertas plano, kertas bungkus nasi, dll.
2. Kantong (*bag/sack*) seperti kantong belanja atau *shopping bag*.
3. Karung (*shipping sack*) seperti karung atau kantong semen dan berbagai fungsi *converting*. Gramaturnya berkisar antara 50-140 gsm. Pulp kertas yang dipakai bias melalui proses pemutihan atau *bleaching* atau tidak. Bila tidak diputihkan maka berwarna kecoklatan (Rebry Atnam, 2007).

Abu kertas zak semen (*shipping sack*) merupakan hasil pembakaran dari lertas semen (*shipping sack*), kandungan yang terdapat dalam abu kertas sak semen adalah terdiri dari kalsium oksida, sulfur trioksida, silikon dioksida, magnesium oksida, alumanium oksida dan besi (III) oksida.

Kertas zak semen (*shipping sack*) mempunyai beberapa komposisi senyawa kimia seperti pada table 3.7 dibawah ini :

Tabel 3.7 Komposisi Senyawa Kimia Kertas zak Semen (*Shipping Sack*)

Kandungan	Kadar
CaO	56,38%
Al ₂ O ₃	7,70 %
.Fe ₂ O ₃	1,68 %
MgO	3,62 %
SiO ₂	2,35 %
CO ₂	0,75 %
H ₂ O	16,11 %

Sumber :*Laboratorium Penelitian dan Konsultasi Industri (LPKI) Surabaya, 2005*

3.4.2 Abu Serbuk Kayu

Abu serbuk kayu merupakan hasil pembakaran dari serbuk kayu. Kandungan yang terdapat pada abu serbuk kayu adalah terdiri dari kalsium, magnesium, aluminium, sodium, potassium, fosfor, seng, mangan, besi, tembaga dan silikon. Kayu dan batubara memiliki kesamaan karakteristik sehingga hasil pembakaran kayu dan batu bara (*fly ash*) mempunyai senyawa kimia yang hampir sama yaitu sebagian besar terdiri dari terdiri dari CaO , Al₂O₃ dan SiO₂. Abu serbuk kayu dan fly ash digunakan untuk bahan tambahan beton yang bertujuan untuk meningkatkan kepadatan beton dan meningkatkan kekuatan tekannya. Pada proses pengecoran, penambahan 1%-2% abu bertujuan untuk meningkatkan kehalusan permukaan benda hasil pengecoran.

Abu serbuk kayu mempunyai beberapa sifat seperti pada table 3.8 dibawah ini :

Tabel 3.8 Sifat-sifat dari hasil pembakaran serbuk kayu

Kerapatan	0,45 gr/cm ³
Porositas	70%
Kekuatan	KekuatanPemampatan 26 N/mm ²
Kandungan karbon	80-90%

(Sumber :Buku teknologi beton)

3.4.3 Abu Sabut Kelapa

Sabut kelapa adalah serat alami yang terdapat pada bagian luar tempurung kelapa. Menurut Istiqomah & Imran (2012), komposisi senyawa kimia sabut kelapa yang dominan adalah selulosa, hemi selulosa, dan lignin.

Kandungan lignin sabut kelapa lebih tinggi dari serat alami yang lain. Kandungan lignin yang tinggi menyebabkan sabut kelapa tidak mudah rapuh, lekatan menjadi lemah, dan lebih ulet. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-6095-1999 tentang syarat mutu serat sabut kelapa, terdiri dari 3 jenis (A, B, C) meliputi; kadar air maksimal = 12 %; panjang serat; kadar impuritis maksimal = 5%; warna normal (tidak hitam).

Alexander (2003) telah melakukan pengujian mengenai abu sabut kelapa (ASK) dan memperoleh komposisi senyawa ASK (dalam satuan persen berat) yang terdiri dari SiO₂ sebanyak 42,98 %, Al 2,26 %, dn Fe 1,16 %. Hasil penelitian silika oksida yang terdapat pada abu sabut kelapa (ASK) dapat bersifat reaktif (*amorphous*) yang memungkinkan SiO₂ bereaksi secara kimia dengan Ca(OH)₂ atau kapur bebas hasil reaksi hidrasi semen dengan air.

Seiring dengan semakin meningkatnya pemakaian bahan-bahan *addictive* dalam pembuatan beton, maka teknologi sederhana ini dapat dijadikan suatu alternatif yang murah dan tepat guna. Pemanfaatan limbah untuk bahan konstruksi disamping akan memberikan penyelesaian terhadap permasalahan lingkungan juga akan dapat meningkatkan mutu bahan

konstruksi. Satu hal yang merupakan nilai tambah dalam penggunaan limbah serta menciptakan pekerjaan.

Pada umumnya, limbah Abu Sabut Kelapa terdiri dari unsur organik seperti serat *cellulose*, dan *lignin*. Disamping itu, limbah ini juga mengandung mineral yang terdiri dari silika, alumina dan oksida besi. SiO_2 dalam abu sabut kelapa merupakan hal yang paling penting karena dapat bereaksi dengan kapur dan air. Hal ini tidak jauh berbeda dengan komposisi *Fly ash* sehingga hipotesis sementara mengatakan abu sabut kelapa bisa digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton.

Pengolahan abu sabut kelapa sangat mudah. Cukup dibakar dengan panas tertentu hingga membantuk abu-abu lalu disaring hingga mendapatkan abu yang benar-benar halus.

Adapun rancangan penggunaan dalam pembuatn beton dengan bahan tambahan abu sabut kelapa pada dasarnya sama dengan penggunaan bahan tambahan lainnya.

1. Penentuan volume bahan-bahan dasar berdasarkan ketentuan SNI-03-3449 2002.
2. Selanjutnya menghitung persentase abu sabut kelapa yang ingin digunakan terhadap semen sehingga mampu mengurangi kadar semen yang awalnya telah ditentukan.
3. Abu sabut kelapa terlebih dahulu dioleh dari sabut kelapa lalu dibakar dengan suhu tinggi hingga membentuk abu abu yang halus.
4. Sabut kelapa yang telah berbentuk abu disaring hingga lolos saringan secara laboratorium telah lolos saringan 200.
5. Abu sabut kelapa yang telah lolos saringan 200 itu lah yang digunakan sebagai bahan tambahan pada pembuatan beton.

3.5 Jenis-Jenis Batako

Berdasarkan bahan pembuatannya batako dapat dikelompokkan ke dalam 4 jenis, yaitu :

1. Batako putih (tras)

Batako putih dibuat dari campuran tras, batu kapur, dan air. Campuran tersebut dicetak. Tras merupakan jenis tanah berwarna putih/putih kecoklatan yang berasal dari pelapukan batu – batu gunung berapi, warnanya ada yang putih dan ada juga yang putih kecoklatan. Umumnya memiliki ukuran panjang 25-3 cm, tebal 8-10 cm, dan tinggi 14-18 cm.

2. Batako semen/batako pres

Batako pres dibuat dari campuran semen dan pasir atau abu batu. Ada yang dibuat secara manual (menggunakan tangan) dan ada juga yang menggunakan mesin. Perbedaannya dapat dilihat pada kepadatan permukaan batakonya. Umumnya memiliki panjang 36-40 cm dan tinggi 18-20 cm.

3. Bata ringan

Bata ringan dibuat dari bahan batu pasir kuarsa, kapur, semen dan bahan lain yang dikategorikan sebagai bahan-bahan untuk beton ringan. Berat jenis sebesar 1850 kg/m^3 dapat dianggap sebagai batasan atas dari beton ringan yang sebenarnya, meskipun nilai ini kadang-kadang melebihi. Dimensinya yang lebih besar dari bata konvensional yaitu 60 cm x 20 cm dengan ketebalan 7 hingga 10 cm menjadikan pekerjaan dinding lebih cepat selesai dibandingkan bata konvensional. Batako diklasifikasikan menjadi dua golongan yaitu batako normal dan batako ringan. Batako normal tergolong batako yang memiliki densitas sekitar $2200\text{-}2400 \text{ kg/m}^3$ dan kekuatannya tergantung komposisi campuran beton (*mix design*). Sedangkan untuk beton ringan adalah suatu batako yang memiliki densitas $< 1800 \text{ kg/m}^3$, begitu juga kekuatannya biasanya disesuaikan pada penggunaan dan pencampuran bahan bakunya (*mix design*). Jenis batako ringan ada dua golongan yaitu : batako ringan berpori (*aerated concrete*) dan batako ringan *non aerated*. (Wisnu wijanarko. 2008).

4. Batako ringan berpori

Batako ringan berpori adalah beton yang dibuat sehingga strukturnya banyak terdapat pori-pori, beton semacam ini diproduksi dengan bahan batu dari campuran semen, pasir, gypsum, CaCO_3 dan katalis aluminium. Dengan adanya katalis Al selama menjadi reaksi hidrasi semen akan menimbulkan panas sehingga timbul gelembung-gelembung yang menghasilkan gas yang menghasilkan pori-pori yang membuat batako semakin ringan. Berbeda dengan batako *non aerated*, pada beton ini akan menjadi ringan dalam pembuatannya ditambahkan agregat ringan. Banyak kemungkinan agregat ringan yang digunakan antara lain batu apung (*pumice*), perlit, serat sintesis, slag baja dan lain-lain. Pembuatan batako ringan berpori tentunya lebih mahal karena menggunakan bahan-bahan kimia tambahan dan mekanisme pengontrolan reaksi cukup sulit. Batako yang baik adalah yang masing-masing permukaannya rata dan saling tegak lurus serta mempunyai kuat tekan yang tinggi. Persyaratan batako menurut PUBI 1982 pasal 6 antara lain adalah “ permukaan batako harus mulus, berumur minimal satu bulan, pada waktu pemasangan harus sudah kering, berukuran panjang 400 mm, lebar 200 mm dan tebal 100-200 mm, kadar air 25-35 % dari berat, dengan kuat tekan antara 2-7 N/mm”. Sebelum dipakai dalam bangunan, maka batako minimal harus sudah berumur satu bulan dari proses pembuatannya, kadar air pada waktu pemasangan tidak lebih dari 15 %.

3.6 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Mutu Batako

Faktor yang mempengaruhi mutu batako tergantung pada :

1. Faktor air semen (F.A.S)
2. Umur batako
3. Kepadatan batako
4. Bentuk dan struktur agregat
5. Ukuran agregat, dan lain-lain.

Ada beberapa keuntungan dan kerugian dalam penggunaan batako. Keuntungan yang diperoleh dalam penggunaan batako adalah :

1. Tiap m² pasangan tembok, membutuhkan lebih sedikit batako jika dibandingkan dengan menggunakan batu bata, berarti secara kuantitatif terdapat suatu pengurangan.
2. Pembuatan mudah dan dapat dibuat secara sama.
3. Ukurannya besar, sehingga waktu dan ongkos juga lebih hemat.
4. Khusus jenis yang berlubang dapat berfungsi sebagai isolasi udara.
5. Apabila pekerjaan rapi, tidak perlu diplester.
6. Lebih mudah dipotong untuk sambungan tertentu yang membutuhkan potongan.
7. Sebelum pemakaian tidak perlu direndam air.

Sedangkan kerugian pemakaian batako adalah sebagai berikut :

1. Karena proses pengerasannya membutuhkan waktu yang cukup lama (3minggu), maka butuh waktu yang lama untuk membuatnya sebelum memakainya.
2. Bila diinginkan lebih cepat mengeras perlu ditambah dengan semen, sehingga menambah biaya pembuatan.
3. Mengingat ukurannya cukup besar, dan proses pengerasannya cukup lama mengakibatkan pada saat pengangkutan banyak terjadi batako pecah.

Dari beberapa pengertian diatas dapat ditarik kesimpulan tentang pengertian batako adalah salah satu bahan bangunan yang berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar dengan bahan pembentuk yang berupa campuran pasir, semen, air dan dalam pembuatannya dapat ditambahkan dengan bahan tambah lainnya (*additive*). Kemudian dicetak melalui proses pemadatan sehingga menjadi bentuk balok-balok dengan ukuran tertentu dan dimana proses pengerasannya tanpa melalui pembakaran serta dalam pemeliharaannya ditempatkan pada tempat yang lembab atau tidak terkena sinar matahari langsung atau hujan, tetapi dalam pembuatannya dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan

untuk pasangan dinding. Hasil penelitian laboratorium yang pernah dilakukan untuk batako berumur 28 hari diperoleh : berat fisik rata-rata sebesar 12,138 kg, densitas rata-rata sebesar 2,118 gr/cm, penyerapan air sebesar 12,876% dan kuat tekan rata-rata sebesar 1,97 MPa (Darmono, 2009).

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini, jenis metode yang digunakan peneliti adalah metode analisis deskriptif eksperimental. Definisi teknik analisis eksperimental atau *experimental (controlled) models*. Dimana karakteristik pendekatan ini adalah melihat dampak pengaruh komposisi campuran material dengan penambahan abu kertas zak semen, abu serbuk kayu dan abu sabut kelapa terhadap mutu batako.

Dampaknya dapat dilihat dari proses dan hasil kegiatan tersebut. Variable terikat yang diteliti adalah bobot, penyerapan air dan kuat tekan. Sedangkan variable bebas adalah komposisi kertas zak semen, abu serbuk kayu dan sabut kelapa pada mutu batako.

Pada tahap awal, kertas sak semen, serbuk kayu dan sabut kelapa yang digunakan direndam terlebih dahulu dengan air bersih selama 3 jam kemudian dijemur dibawah terik matahari supaya tingkat kekeringan seragam. Pada tahap kedua kertas zak semen, serbuk kayu dan sabut kelapa dibakar hingga menjadi abu. Hal tersebut dilakukan untuk membersihkan dari kotoran yang akan mengganggu proses pembuatan benda uji dan pengujian.

Dalam pembuatan benda uji, komposisi yang diuji perbandingannya antara semen : pasir adalah 1 : 7 dengan penambahan campuran abu kertas sak semen, serbuk kayu dan sabut kelapa divariasikan dari 0%, 1%, 1.5%, 2% dalam tiap batako. Metode yang dilakukan adalah dengan membuat benda uji sebanyak 5 buah setiap campuran dan 5 buah benda uji non campuran. Kemudian dilakukan pengujian bobot, daya serap air dan kuat tekan benda uji pada umur 21 hari.

4.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, peneliti melaksanakan penelitian di laboratorium Prodi Teknik Sipil (Kampus Universitas Pasir Pengaraian) dengan waktu penelitian di lakukan kurang lebih 60 hari.

4.3 Alat dan Bahan Penelitian

4.3.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Ayakan

Untuk pengujian gradasi agregat halus ayakan yang digunakan yaitu diameter 9,50 mm, 4,75 mm, 2,36mm, 1,18 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, 0,15 mm.

2. Timbangan

Timbangan digunakan dengan merk Radjin untuk menimbang bahan komposisi adukan batako.

3. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur banyaknya air yang digunakan pada pembuatan batako.

4. Piknometer

Piknometer dengan kapasitas 500 gr digunakan untuk pengujian berat jenis agregat halus dan semen, sedangkan piknometer dengan kapasitas 100 gr digunakan untuk mencari berat jenis abu.

5. Sand conical mould

Untuk mengetahui kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*) yaitu kering permukaan.

6. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian kadar air, B_j, dan gradasi agregat, pengujian B_j semen dan pengujian B_j bahan tambah yang digunakan.

7. Desikator

Digunakan untuk mendinginkan bahan benda uji setelah dikeluarkan dari oven.

8. Bak adukan batako

Bak adukan batako digunakan untuk mengaduk bahan penyusun batako.

9. Cetakan Batako

Cetakan batako yang digunakan yaitu cetakan kubus 15 x 15 x 15 untuk sampel benda uji kuat tekan dan persegi panjang dengan ukuran 10 cm x 20 cm x 40 cm untuk sampel benda uji bobot batako dan penyerapan air.

10. Batang baja

Batang baja digunakan untuk mendapatkan adukan batako.

11. Mesin Uji Tekan

Mesin uji tekan (*elektrik compression mechine*) digunakan untuk menguji kuat tekan, dan modulus elastisitas benda uji batako. Dalam penelitian ini dipakai merk *tatonas*.

12. Terpal/Bak Perendaman

Terpal atau bak perendaman digunakan untuk menyelimuti batako saat perawatan perendaman didalam bak.

4.3.2 Bahan

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang ada di laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian.

2. Semen

Semen yang digunakan adalah semen Portland atau type II ukuran berat 50 kg.

3. Agregat

Agerat halus yang digunakan berupa pasir saring yang berasal dari AMP Karya nyata.

4. Bahan tambah

Bahan tambah yang digunakan adalah berupa abu kertas zak semen, serbuk kayu, dan sabut kelapa.

4.4 Variabel Penelitian

Variabel adalah segala sesuatu yang akan menjadi objek pengamatan penelitian. Variabel juga dapat diartikan sebagai faktor-faktor yang berperan penting dalam peristiwa arau gejala yang akan diteliti. Variabel dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4.1 Variabel Penelitian

VARIASI CAMPURAN PERSEN (%)	BAHAN PENYUSUN (Kg/cm ³)		BAHAN TAMBAH (Kg/cm ³)			FAS	JMLH BENDA UJI BOBOT PENYERAPAN	JMLH BENDA UJI KUAT TEKAN
	PASIR	SEMEN	A.K.Z.S	A.S.KY	A.S.KL			
0	1422	295	0	0	0	0.4	5	5
1	1423	294	0.31	0.3	0.29	0.4	5	5
1.5	1424	295	0.46	0.45	0.44	0.4	5	5
2	1422	295	0.61	0.6	0.58	0.4	5	5
JUMLAH BENDA UJI							20	20

(Sumber : Hasil Penelitian 2017)

4.5 Data Penelitian

Dalam penelitian ini, Data yang digunakan peneliti adalah data primer. Dimana data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh peneliti secara langsung dari sumber datanya.

4.6 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang digunakan peneliti adalah melakukan pengujian atau penelitian, dimana metode ini dilakukan uji labor dari setiap sampel yang telah disediakan. Data hasil dari pengujian tersebut nantinya digunakan untuk mencari nilai bobot, daya serap air dan kuat tekan pada batako.

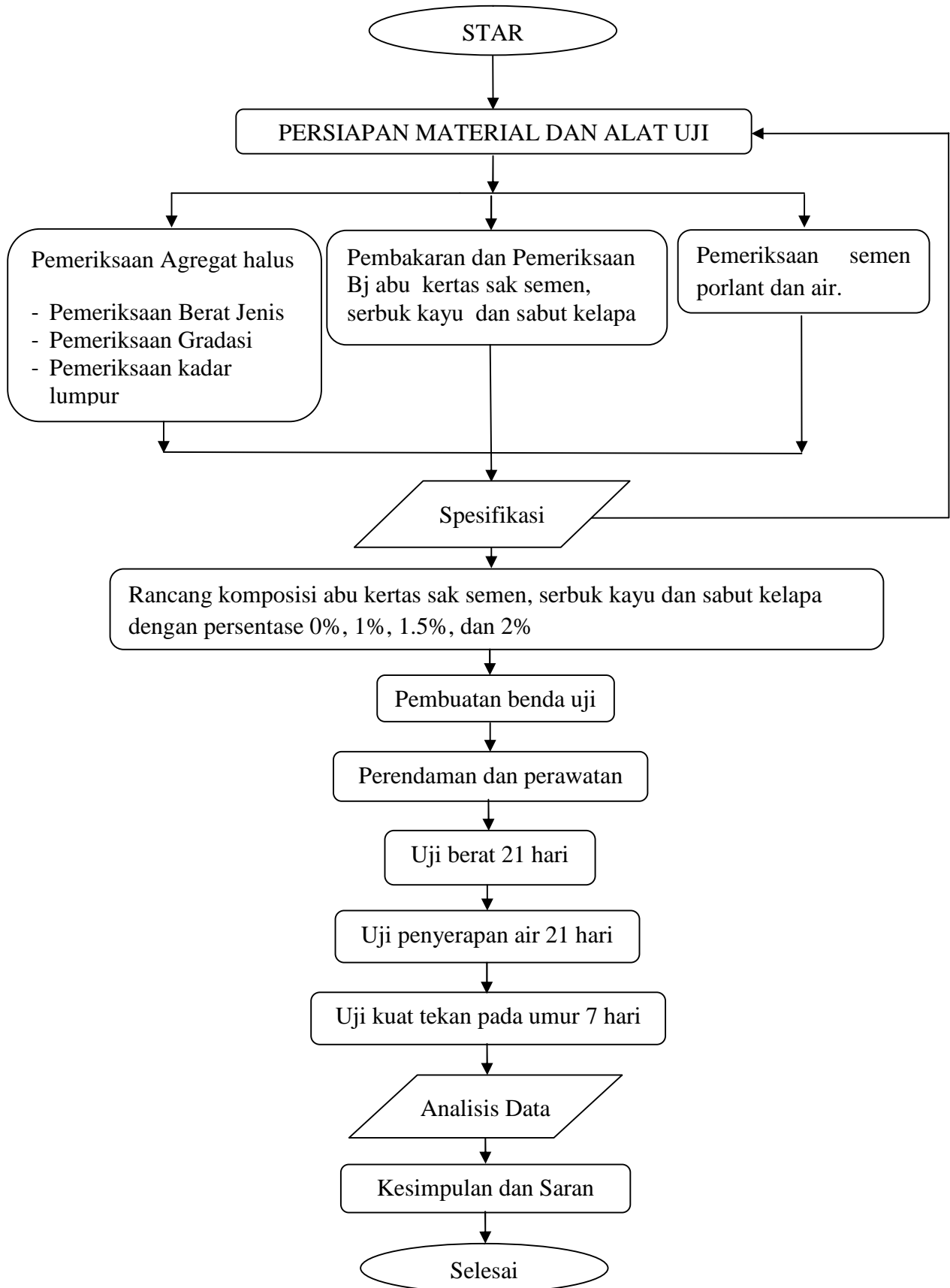
4.7 Metode Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, metode pengolahan data yang digunakan peneliti adalah metode analisis kualitatif deskriptif. Dimana karakteristik pendekatan ini adalah melihat dampak campuran material terhadap kuat tekan, bobot maupun penyerapan air.

Dampaknya dapat dilihat dari proses dan hasil kegiatan tersebut. Variabel terikat yang diteliti adalah bobot, penyerapan dan kuat tekan. Sedangkan variabel bebas adalah komposisi kertas zak semen, abu serbuk kayu dan sabut kelapa pada batako.

4.8 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir (*flowchart*) adalah bagan (*chart*) yang menunjuk kan alir (*flow*) didalam program atau prosedur penelitian. Adapun penelitian yang dilaksanakn oleh penulis melalui tahapan langkah-langkah yang dapat dilihat pada gambar 4.1 *flowchart* dibawah ini :



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

4.9 Prosedur Penelitian

4.9.1 Tahap Pemeriksaan Bahan

Persiapan dan pemeriksaan bahan penyusun batako dilakukan dilaboratorium jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian. bahan dan tahapan pemeriksaan meliputi :

1. Pemeriksaan berat jenis pasir

Adapun langkah-langkah pemeriksaan berat jenis pasir adalah sebagai berikut :

- a. Pasir dikeringkan dalam tungku pemanas (oven) dengan suhu sekita 105° C sampai beratnya tetap.
- b. Pasir direndam air selama 24 jam
- c. Air bekas rendaman dibuang dengan hati-hati sehingga butiran pasir tidak ikut terbuang, pasir dibiarkan diatas nampan dikeringkan sampai tercapai keadaan jenuh kering muka. Pemeriksaan kondisi jenuh kering muka dilakukan dengan memasukkan pasir kedalam kerucut terpacu dan dipadatkan dengan menumbuk sebanyak 25 kali. Pada saat kerucut diangkat pasir akan runtuh tetapi pasir masih berbentuk kerucut.
- d. Pasir diatas sebanyak 300 gr (B0) dimasukkan kedalam piknometer kemudian dimasukkan air sampai 90 % penuh. Untuk mengeluarkan udara yang terjebak dalam butiran pasir, piknometer diputar dan diguling-gulingkan.
- e. Air ditambahkan hingga piknometer penuh kemudian piknometer ditimbang (B1).
- f. Pasir dikeluarkan dari piknometer kemudian dimasukkan kedalam oven selama 2 X 24 jam sampai beratnya tetap (B2).
- g. Piknometer dibersihkan lalu di isi air sampai penuh kemudian ditimbang (B3).

2. Pemeriksaan gradasi pasir

Pemeriksaan gradasi pasir bertujuan untuk mengetahui modulus halus butir-butir agregat halus (pasir). Langkah-langkah pemeriksaan gradasi pasir sebagai berikut :

- a. Menyiapkan pasir kering sebanyak masing-masing 2000 gram;
- b. Memasukkan pasir tersebut kedalam oven selama 24 jam dengan suhu 105° C, kemudian ditimbang.
- c. Meyiapkan saringan sesuan dengan ukuran lubang. Diameter lubang yang digunakan terdiri dari : 9,50 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, 0,15 mm.
- d. Pasir yang telah ditimbang dituangkan kedalam ayakan, kemudian digetar selama 15 menit
- e. Setelah digetar pasir yang tertinggal didalam masing-masing ayakan ditimbang.
- f. Catat hasil penimbangan ditiap-tiap ayakan.

3. Pemeriksaan kandungan kadar lumpur pada pasir

Langkah-langkah periksaan kandungan kadar lumpur untuk pasir sebagai berikut :

- a. Pasir kering oven ditimbangkan beratnya (B1).
- b. Pasir dicuci diatas ayakan no.200.
- c. Pasir yang tertinggal diatas ayakan dipindahkan pada piring dan dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam.
- d. Pasir dikeluarkan dari oven dan ditimbang.

4. Pemeriksaan semen

Semen diperiksa dengan mengamati secara visual kemasan kantong atau sak dalam keadaan tertutup rapat, bahan butiran halus tidak menggumpal.

5. Pemeriksaan air

Air diperiksa warna dan kejernihannya secara visual.

6. Pemeriksaan berat jenis abu kertas zak semen

Adapun langkah-langkah pemeriksaan berat jenis abu kertas zak semen adalah sebagai berikut :

- a. Abu kertas zak semen sebanyak 20 gr (B0) dimasukkan kedalam piknometer kemudian dimasukkan air sampai 90 % penuh. Untuk mengeluarkan udara yang terjebak dalam butiran abu, piknometer diputar dan diguling-gulingkan.
- b. Air ditambahkan hingga piknometer penuh kemudian piknometer ditimbang (B1).
- c. Pasir dikeluarkan dari piknometer kemudian dimasukkan kedalam oven selama 2 X 24 jam sampai beratnya tetap (B2).
- d. Piknometer dibersihkan lalu di isi air sampai penuh kemudian ditimbang (B3).

7. Pemeriksaan berat jenis abu serbuk kayu

Adapun langkah-langkah pemeriksaan berat jenis abu serbuk kayu adalah sebagai berikut :

- e. Abu serbuk kayu sebanyak 20 gr (B0) dimasukkan kedalam piknometer kemudian dimasukkan air sampai 90 % penuh. Untuk mengeluarkan udara yang terjebak dalam butiran abu, piknometer diputar dan diguling-gulingkan.
- f. Air ditambahkan hingga piknometer penuh kemudian piknometer ditimbang (B1).
- g. Pasir dikeluarkan dari piknometer kemudian dimasukkan kedalam oven selama 2 X 24 jam sampai beratnya tetap (B2).
- h. Piknometer dibersihkan lalu di isi air sampai penuh kemudian ditimbang (B3).

8. Pemeriksaan berat jenis sabut kelapa

Adapun langkah-langkah pemeriksaan berat jenis abu sabut kelapa adalah sebagai berikut :

- i. Abu kertas zak semen sebanyak 20 gr (B0) dimasukkan kedalam piknometer kemudian dimasukkan air sampai 90 % penuh. Untuk mengeluarkan udara yang terjebak dalam butiran abu, piknometer diputar dan diguling-gulingkan.
- j. Air ditambahkan hingga piknometer penuh kemudian piknometer ditimbang (B1).
- k. Pasir dikeluarkan dari piknometer kemudian dimasukkan kedalam oven selama 2 X 24 jam sampai beratnya tetap (B2).
- l. Piknometer dibersihkan lalu di isi air sampai penuh kemudian ditimbang (B3).

4.9.2 Tahap pembuatan benda uji

1. Adukan batako dimasukkan dalam cetakan kubus persegi panjang untuk sampel bobot dan sampel penyerapan air, sedang kan untuk pengujian kuat tekan dimasukan kedalam cetakan kubus yang sebelumnya telah diberi minyak pelumas pada bagian dalamnya.
2. Cetakan diuji dengan adukan batako sebanyak 3 lapis kemudian didapatkan dengan cara ditusuk-tusuk dengan tongkat pemadat. Untuk setiap lapis adukan batako dilakukan sebanyak 25 kali tusukan secara merata sampai cetakan penuh.
3. Permukaan batako diratakan dengan tongkat perata sehingga permukaan atas adukan batako rata dengan bagian atas cetakan.

4.9.3 Tahap perawatan benda uji

Sehari setelah batako dicetak, kemudian cetakan dibuka dan benda uji diberi tanda, kemuduan benda uji direndam dalam bak/kulom tempat perawatan batako yang berisi air selama periode tertentu.

4.9.4 Tahap Pengujian

Pengujian kuat tekan, bobot, dan daya serap air batako :

1. Masing-masing batako diukur panjang, lebar, tinggi, direndam dan timbang beratnya.
2. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentries.
3. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/m² per detik.
4. Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan catat hasil pengujian.

4.10 Analisis Data

Dari semua data yang dikumpulkan, selanjutnya dilakukan analisis data yang meliputi :

1. Uji Berat

Sampel untuk tiap komposisi campuran batako adalah 5 buah. Uji berat batako dilakukan untuk mengetahui berat batako per biji. Pengujian berat dilakukan dengan melakukan penimbangan terhadap benda uji sebanyak 3 kali per benda uji untuk memastikan berat benda uji.

2. Penyerapan Air (*absorption*)

Untuk penyerapan air, dipakai 5 (lima) buah benda uji setiap variasi percobaan dalam keadaan utuh dengan peralatan sebagai berikut (SNI 03-2113-200) :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,5 % dari berat contoh benda uji.
- b. Dapur pengering yang dapat mencapai suhu 110 °C. Benda uji seutuhnya direndam dalam air bersih yang bersuhu ruangan selama 24 jam. Kemudian benda uji diangkat dari rendaman, dan air sisanya dibiarkan meniris kurang lebih 1 menit, lalu permukaan benda uji diseka dengan kain lembab, agar air yang berlebuhan yang masih melekat dibidang permukaan benda uji terserap kain lembab. Benda uji kemudian ditimbang (A), setelah

itu benda uji dikeringkan didalam oven pada suhu 110 °C sampai beratnya pada 2 kali penimbangan tidak berbeda lebih dari 0,2% dari penimbangan yang terdahulu (B). Selisih perbandingan dalam keadaan basah (A) dan dalam keadaan kering (B) adalah jumlah penyerapan air, dan harus dihitung berdasarkan prosen benda uji kering. Untuk mengetahui besarnya prosentase daya serap air dari batako, dapat dihitung dengan rumus :

Untuk mengetahui besarnya penyerapan air dihitung menggunakan acuan pada standar *ASTM C 20-93* dan di hitung dengan persamaan sebagai berikut (Simbolon Tiurma, 2008) :

$$WA = \frac{M - M_k}{M_k} \cdot 100\%$$

Keterangan :

WA = water absorption (%)

Mk = masa benda di udara (gram)

Mj = masa benda dalam kondisi permukaan jenuh / SSD (gram).

3. Kuat Tekan (*compressive strength*)

Berdasarkan SNI-3-0349-1989, kuat tekan bruto adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda uji pecah dibagi dengan ukuran nyata batako termasuk luas lubang dan cekungan. Uji kuat tekan batako dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan batako yang sebenarnya apakah sesuai dengan kuat tekan SNI-3-0349-1989 atau tidak. Pembebanan diberikan sampai benda uji runtuh. Beban maksimum dicatat sebagai massa (m). Pengukuran hasil kuat tekan mortar batako dilakukan dengan menggunakan alat kuat tekan beton, dimana besarnya beban gaya yang diterima mortar batako ditunjukkan melalui dial yang ada pada *compression machine* dicatat ketika runtuh dan dibagi dengan luas penampang bruto.

Untuk mendapatkan nilai kuat tekannya dapat dihitung menggunakan acuan pada standar *ASTM C-133-97* dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$f'c = \frac{F}{A}$$

Keterangan :

$f'c$ = kuat tekan (kg/m^2)

F = beban yang diberikan (kg)

A = luas penampang sampel mortar (cm^2)