

**PENGGUNAAN ABU BATUBARA SEBAGAI
BAHAN CAMPURAN ADUKAN UNTUK SPESI
PASANGAN DINDING
(STUDI PENELITIAN)**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana*

Oleh :

ERNIDA PENYALAI
NIM. : 95.811.0029



**JURUSAN SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
M E D A N
2001**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)29/12/23

PENGGUNAAN ABU BATUBARA SEBAGAI BAHAN CAMPURAN ADUKAN UNTUK SPESI PASANGAN DINDING (STUDI PENELITIAN)

Disusun Oleh :

ERNIDA PENYALAI

NIM. : 95.811.0029

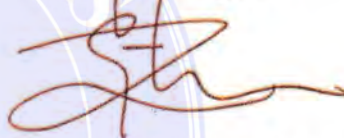
KOMISI PEMBIMBING :

Pembimbing I



Ir. I r w a n, MT

Pembimbing II



Dra. Zuriah Sitorus , MS, ST

Disyahkan Oleh :

Ketua Jurusan Sipil



Ir. I r w a n, MT

Dekan Fakultas Teknik

Ir. H. Yusri Nasution, SH

Tanggal Lulus :

**JURUSAN SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
M E D A N
2001**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)29/12/23

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang merupakan salah satu syarat dalam menempuh ujian untuk mendapatkan gelar Sarjana S-1 di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua yang telah membesarkan dan mendidik dalam kasih sayang serta memberikan dukungan moral dan material sehingga penulis dapat mengecap pendidikan, serta untuk kakak, abang dan adik tercinta terima kasih atas semua bantuan yang diberikan.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, karena keterbatasan waktu dan pengetahuan penulis dalam menghadapi berbagai permasalahan khususnya pada bidang teknologi beton yang cukup kompleks. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan yang telah diberikan, ucapan terima kasih ini ditujukan kepada :

1. Ir. Zulkarnain Lubis, MS : Selaku Rektor Universitas Medan Area yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan dalam pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Ir. H. Yusri Nasution, SH : Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan dalam pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

3. Ir. Irwan, MT : Selaku Dosen Pembimbing I Tugas akhir dan juga sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis baik dalam menyelesaikan tugas akhir maupun selama pendidikan di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Drs. Zuriah Sitorus, ST, MSc, Selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir yang juga tak bosan-bosannya meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, petunjuk, arahan serta saran dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Amri Edi Lubis, ST : Selaku Pembimbing di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Bangunan Loka Perintisan Bahan Bangunan Lokal Medan dan Staf Kantor lainnya yang telah memberikan data-data dalam penulisan tugas akhir ini.
6. Seluruh Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang telah memberikan bimbingan ilmu kepada penulis.
7. Mbak Trisnawati : Selaku Pegawai Administrasi pada Jurusan Teknik Sipil serta seuruh pegawai yang telah banyak membantu penulis dalam menjalani pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
8. Teman-teman dan adik-adik kelas, mahasiswa Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area dan khusus kepada Rames yang selama ini telah banyak memberi bantuan dan dukungannya.

Medan, Desember 2000

Penulis,

Ernida Penyalai
NIM : 95.811.0029

ABSTRAK

Seperti yang diketahui, pasangan dinding merupakan suatu pasangan yang terdiri dari bahan pengikat (*mortar*) dan bahan pengisi (*bata, conblock, batako, hollowbrick*). Dalam hal ini kualitas adukan untuk spesi disamping bata, memegang peranan penting pada kualitas pasangan yang dihasilkan. Biasanya untuk memudahkan pengadukan (*workability*), digunakan kapur sebagai bahan campuran antara semen-pasir. Namun dengan keterbatasan kapur akhir-akhir ini, maupun kualitas dari kapur yang digunakan, masyarakat enggan menggunakannya lagi.

Dari hasil penelitian yang dilakukan ternyata dengan menggunakan abu batubara sebagai bahan campuran adukan spesi pasangan dinding, menghasilkan kekuatan tekan pasangan bata yang cukup baik dengan penambahan abu sebanyak 0,5 sampai 1 bagian terjadi peningkatan kuat tekan yaitu berkisar antara 3,06% sampai 10,68%. Dari campuran 1 semen : 4 pasir dengan penambahan 0,5 sampai 1 bagian abubatu bara kuat tekan masing-masing sebesar 43,42 kg/cm², 45,01 kg/cm², 47,48 kg/cm², untuk campuran 1 semen : 5 pasir kuat tekannya masing-masing sebesar 36,49 kg/cm², 38,08 kg/cm², 40,95 kg/cm², untuk campuran 1 semen : 6 pasir kuat tekannya masing-masing sebesar 32,68 kg/cm², 32,75 kg/cm², 36,09 kg/cm². Sedangkan pengujian kuat geser pasangan menghasilkan perbandingan kekuatan yang tidak jauh berbeda dengan kekuatan tekan yaitu dengan campuran pembanding 1 semen : 4 pasir dengan penambahan masing-masing 0,5 sampai 1 bagian abu batubara kuat gesernya masing-masing sebesar 4,03 kg/cm², 4,01 kg/cm², 4,12 kg/cm², tetapi pada campuran 1 semen : 4 pasir : 0,5 abu batubara terjadi penurunan sekitar 0,49%, pada campuran 1 semen : 4 pasir kuat gesernya masing-masing sebesar 3,24 kg/cm², 3,33 kg/cm², 3,59 kg/cm², juga pada campuran 1 semen : 6 pasir kuat gesernya masing-masing sebesar 2,79 kg/cm², 2,84 kg/cm², 2,93 kg/cm².

DAFTAR ISI

	Hal.
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan.....	2
1.3. Permasalahan.....	3
1.4. Pembatasan Masalah	3
1.5. Metodologi	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Semen	6
2.2. Agregat (Pasir)	8
2.3. Abu Batubara	11
2.4. Air	14
2.5. Adukan	15
2.6. Pasangan	18
2.7. Bata Merah	18
2.8. Metode Statistik	20

BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1. Pengujian Bahan Baku	22
3.2. Rancangan Campuran Pasangan	34
3.3. Persiapan Bahan dan Pengadukan	35
3.4. Pemasangan dan Perawatan	35
3.5. Pengujian	36
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASA	43
4.1. Pengujian Bahan	43
4.2. Pengujian Pasangan	45
4.3. Korelasi Antara Kuat Tekan dan Geser Pasangan	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran-Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 2.1. Syarat Fisik Semen Portland	8
Tabel 2.2. Susunan Besar Butir Pasir	11
Tabel 2.3. Susunan Kimia dan Sifat Fisik Abu Terbang	13
Tabel 2.4. Kandungan Zat Kimia Maksimum dalam Air Yang Diizinkan	15
Tabel 2.5. Kekuatan Tekan Rata-Rata Bata Merah	19
Tabel 3.1. Hasil Analisa Saringan Gradasi Pasir	29
Tabel 3.2. Hasil Pengujian Ukuran Asli Bata Merah	33
Tabel 3.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bata Merah	34
Tabel 3.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Pasangan Bata Merah	38
Tabel 3.5. Hasil Pengujian Kuat Geser Pasangan Bata Merah	41
Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian Pasir	43
Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Bata Merah	45
Tabel 4.3. Data hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-rata Pasangan Bata Merah	46
Tabel 4.4. Data hasil Pengujian Kuat Geser Rata-rata Pasangan Bata Merah	48
Tabel 4.5. Kuadrat dan Pengalihan Masing-masing Variabel Data Korelasi	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dinding merupakan bagian dari suatu bangunan yang mempunyai beberapa fungsi seperti media pemisah/pembatas antara ruangan luar dan dalam, antara ruangan dalam bangunan dan khusus untuk rumah sederhana dianggap sebagai pemikul beban pada bangunan.

Banyak faktor yang mempengaruhi mutu pasangan seperti kualitas adukan, kualitas bata dan teknologi/cara pengerjaan dilapangan. Hal tersebut selain menambah kekuatan (*strength*) dari pasangan dinding, juga akan menambah produktivitas sehingga biaya pasangannya dapat ditekan seminimal mungkin.

Seperti yang diketahui, pasangan dinding merupakan suatu pasangan yang terdiri dari bahan pengikat (*mortar*) dan bahan pengisi (bata, *conblock*, batako, *hollowbrick*). Dalam hal ini kualitas adukan untuk spesi disamping bata, memegang peranan penting pada kualitas pasangan yang dihasilkan. Biasanya untuk memudahkan pengadukan (*workability*), digunakan kapur sebagai bahan campuran antara semen-pasir. Namun dengan keterbatasan kapur akhir-akhir ini, maupun kualitas dari kapur yang digunakan, masyarakat enggan menggunakannya lagi.

Sementara itu, penelitian-penelitian mengenai abu batubara masih terbatas sebagai bahan tambahan campuran beton dan sebagai bahan baku pembuatan bahan

bangunan. Hasil dari penelitian-penelitian tersebut menunjukkan hasil yang memadai. Disamping bahan baku tersebut sangat potensial untuk digunakan, bahan ini belum banyak diketahui oleh masyarakat khususnya sebagai bahan campuran adukan untuk spesi pasangan dinding.

Berdasarkan hal tersebut diatas, sesuai dengan ilmu yang telah diperoleh di Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area, Penulis akan mencoba melakukan penelitian penggunaan abu batubara sebagai bahan campuran adukan untuk spesi pasangan dinding. Diharapkan hasil penelitian ini nantinya dapat memberikan kontribusi bagi penyediaan bahan bangunan yang lebih murah namun memiliki kualitas yang memadai.

1.2. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari pelaksanaan penelitian ini adalah melakukan percobaan penggunaan abu batubara sebagai bahan campuran adukan untuk spesi pasangan dinding dari berbagai proporsi campuran untuk selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kuat tekan dan geser pasangan yang dihasilkan.

Tujuannya adalah diperolehnya proporsi campuran optimum yang menggunakan abu batubara sebagai campuran adukan untuk spesi pasangan dinding serta memberikan alternatif lain kepada masyarakat dalam penggunaan abu batubara untuk pekerjaan pasangan dinding.

1.3. Permasalahan

Seperti telah dikemukakan diatas bahwa dalam teknik pasangan, adukan yang digunakan sering kali menggunakan kapur untuk memudahkan pekerjaan pasangan. Namun dengan kelangkaan kapur akhir-akhir ini dan kualitas dari kapur yang digunakan maka masyarakat enggan menggunakannya lagi. Penggunaan tersebut juga akan mengurangi mutu dari pasangan yang dihasilkan, baik kekuatan tekan pasangan maupun ketahanannya terhadap lingkungan khususnya daerah lembab. Sementara itu kualitas adukan sangat mempengaruhi mutu pasangan, jadi dikarenakan hal tersebut penulis mencoba melakukan penelitian dengan memanfaatkan abu batubara sebagai spesi pasangan dinding. Sebelumnya dilakukan pengujian bahan yang akan digunakan seperti pada semen dan abu batubara, disini yang akan diuji sama yaitu bobot isi padat, bobot isi gembur dan berat jenis. Untuk pasir yang diuji selain terhadap ketiga hal tersebut juga diuji kadar zat organik, kadar lumpur, kadar air dan modulus kehalusan, sedangkan untuk bata merah pengujian yang dilakukan terhadap ukuran asli dan kuat tekan.

1.4. Pembatasan Masalah

Karena aspek yang dapat dikaji dalam penelitian ini cukup banyak dan melihat keterbatasan waktu, dana dan kemampuan, maka penulis akan membatasinya dengan menyajikan hasil pengujian bahan seperti semen, pasir, abu batubara dan bata merah serta hasil pengujian pasangan yang dihasilkan yaitu terhadap kuat tekan dan geser.

1.5. Metodologi

1. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental, yaitu menggunakan abu batubara sebagai bahan campuran untuk adukan spesi pasangan dinding dengan berbagai komposisi adukan;
2. Variabel Yang Digunakan :
 - ◆ Kuat tekan dengan tujuan untuk memperoleh nilai kekuatan tekan dinding pasangan bata merah yang digunakan sebagai dinding struktural;
 - ◆ Kuat geser dengan tujuan untuk memperoleh nilai kuat geser dinding pasangan bata merah yang digunakan sebagai dinding struktural.
3. Metode pengumpulan data:
 - ◆ Tinjauan kepustakaan; data yang diharapkan antara lain adanya penelitian sejenis, sifat-sifat bahan dan standar pengujian yang berlaku;
 - ◆ Pengujian laboratorium; meliputi pengujian bahan dan pasangan dinding yang dihasilkan;
4. Metode Analisis :
 - ◆ Analisis kuat tekan dan geser dari masing-masing komposisi adukan untuk spesi pasangan dinding pada umur pengujian 28 hari.
 - ◆ Analisis statistik untuk mengetahui sampai sejauh mana hubungan antara kuat tekan dan geser pasangan dinding dengan menggunakan metode statistik non-parametrik korelasi linier.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima bab, dengan uraian masing-masing bab tersebut adalah sebagai berikut : Bab pertama, akan membahas mengenai latar belakang pemilihan topik penelitian ini, permasalahan, maksud dan tujuan penelitian yang ingin dicapai, pembatasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan tugas akhir. Bab kedua, merupakan tinjauan pustaka yang akan memberikan gambaran tentang sifat dan jenis bahan yang digunakan dalam pekerjaan pasangan dinding yang mencakup semen, pasir, abu batubara, air, adukan dan pasangan serta bata merah yang meliputi standar atau metode pengujiannya. Bab ketiga, metode penelitian antara lain berisikan pengujian bahan dan pelaksanaan pembuatan pasangan, perawatan benda uji, pengujiannya serta tabulasi data-data hasil pengujian. Bab keempat, menganalisa dan membahas data-data hasil pengujian bahan dan pasangan. Bab kelima, berisi kesimpulan dan saran yang dapat diambil oleh penulis berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

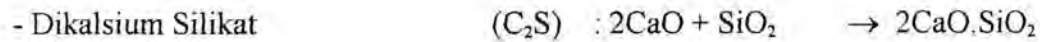
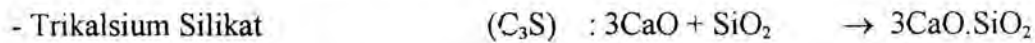
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Semen

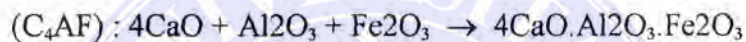
Semen adalah bahan pengikat hidrolis, artinya dapat mengikat/mengeras setelah bereaksi dengan air. Semen dalam hal ini semen portland adalah semen yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen utama yang terutama terdiri dari kalsium silikat hidrat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan satu atau lebih berbentuk kristal senyawa kalsium sulfat. Bangsa Romawi kuno adalah yang pertama sekali diketahui mempergunakan beton, yang berdasarkan kepada semen hidrolis, yaitu material yang mengeras bila dipadukan dengan air. Semen yang dikenal saat ini adalah semen portland, yaitu semen yang dipatenkan oleh *Joseph Aspdin* dari *Leeds* pada tahun 1824, dimana semen tersebut didapat dari memanaskan campuran tanah liat halus dengan batu kapur atau kapur di dalam suatu tungku sampai pada suatu suhu yang cukup tinggi untuk membuang seluruh Karbon Dioksida. Dan ini disebut sebagai semen portland karena bentuk dari beton yang dihasilkan menyerupai batu Portland.

Semen Portland adalah nama untuk semen yang dihasilkan dari pencampuran antara material *calcareous* seperti *limestone* atau *chalk* yang terdapat pada batu kapur (CaO), dan material *argillaceous*, serta silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3) yang terdapat sebagai lempung (*shale*), dan juga besi oksida (Fe_2O_3). Proses pencampuran tersebut dilakukan di dalam tempat pembakaran, pada temperatur sekitar 1400°C sampai menjadi

klinker. Klinker ini didinginkan, kemudian digiling sampai halus disertai penambahan 3-5% gips sebagai bahan pembantu untuk pengikatan semen supaya tidak terlalu cepat terjadinya pengikatan. Adapun reaksi-reaksi yang terjadi pada saat pembentukan klinker didalam tanur adalah sebagai berikut :



- Tetrakalsium Aluminoforit :



Trikalsium Silikat (C_3S), Dikalsium Silikat (C_2S), Trikalsium Aluminat (C_3A) dan Tetrakalsium Aluminoforit (C_4AF) pada reaksi-reaksi diatas merupakan komponen-komponen karakteristik dari semen portland. Umumnya persentase masing-masing bahan tersebut adalah sekitar 70, 35, dan 15 persen. Sedangkan bahan-bahan silikat C_3S dan C_2S adalah bahan terpenting yang berpengaruh terhadap kekuatan hidrasi dari pasta semen, dimana dengan adanya air maka bahan-bahan silikat dan alumina dari semen portland terhidrasi membentuk suatu massa yang kuat dan padat.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland dibedakan atas beberapa tipe, yaitu:

- Tipe I → semen portland yang umum digunakan tanpa persyaratan khusus,
- Tipe II → semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang,
- Tipe III → semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi,

- Tipe IV → semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah,
- Tipe V → semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Tabel 2.1
Syarat Fisik Semen Portland

No.	Uraian	Type Semen				
		I	II	III	IV	V
1.	Kehalusan :					
	• Sisa diatas ayakan 0,09 mm, maks %	10	10	10	10	10
	• Dengan alat Blaine m ² /kg, minimum	280	280	280	280	280
2.	Waktu Pengikatan dengan alat Vikat					
	• awal, menit minimum	45	45	45	45	45
	• akhir, jam maksimum	8	8	8	8	8
3.	Kekekalan Pemuaian dalam auro clave, Maksimum	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
4.	Kekuatan tekan					
	• 1 hari	-	-	125	-	-
	• 3 hari	125	100	250	-	85
	• 7 hari	200	175	-	70	150
	• 28 hari	-	-	-	175	210
5.	Panas Hidrasi					
	• 7 hari, kal/gram maksimum	-	70	-	60	-
	• 28 hari, kal/gram maksimum	-	80	-	70	-
6.	Pemuaian karena sulfat 14 hari, maks.	-	-	-	-	0,045

Sumber : Standar Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (SK SNI-S-04-1989-F) hal 9.

2.2. Agregat (Pasir)

Berdasarkan distribusi kumpulan ukuran butirannya, agregat dapat dibedakan menjadi agregat halus dan agregat kasar. Yang dimaksud dengan pasir adalah agregat yang memiliki ukuran butir dari 0,075 hingga 5,0 mm. Walaupun fungsinya sebagai

bahan pengisi, tidak berarti peranannya lebih kecil dari pada semen dalam menentukan kekuatan pasangan.

Agregat harganya lebih murah bila dibandingkan dengan harga semen, oleh karena itu akan lebih ekonomis apabila dalam membuat campuran adukan mempergunakan banyak agregat dan memperkecil jumlah semen, selain itu agregat akan sangat membantu dalam mempertahankan volume dan dalam menghasilkan ketahanan spesi yang lebih baik.

Berdasarkan susunan gradasi butirannya, pasir dapat dibagi menjadi :

- Pasir dengan gradasi baik, yaitu agregat yang memiliki susunan butiran dari yang halus hingga kasar secara beraturan. Jenis agregat ini sangat ideal untuk digunakan karena butiran dapat saling mengisi sehingga menghasilkan spesi dengan kepadatan yang tinggi.
- Pasir dengan gradasi kasar dan seragam, yaitu agregat yang memiliki ukuran butiran yang seragam untuk satu jenis ukuran saringan saja, dimana susunan butiran kasar lebih banyak jumlahnya dari butiran halus. Jenis agregat ini kurang baik digunakan karena akan menghasilkan adukan spesi pasangan dengan kepadatan yang rendah.
- Pasir dengan gradasi halus dan seragam, yaitu agregat yang memiliki ukuran butiran yang seragam untuk satu jenis ukuran saringan saja, dimana susunan butiran halus lebih banyak jumlahnya dari butiran kasar. Jenis agregat ini kurang baik digunakan karena dapat menimbulkan penyusutan pada spesi pasangan yang sangat tinggi dan memerlukan kadar semen yang tinggi.

Pasir alami terjadi dari proses pelapukan (*weathering*) dan pengikisan (*abrasi*) yang terjadi secara alami atau dengan cara pemecahan (*crushing*) dari batuan asal yang

besar. Dengan demikian sifat agregat tergantung dari sifat batuan asal, seperti : sifat kimia dan komposisi mineral, berat jenis (*specific gravity*), kekerasan dan kekuatan. Disamping itu oleh karena proses pelapukan, pengikisan atau pemecahan, maka ada sifat-sifat lain yang tidak terdapat pada batuan asalnya, yaitu bentuk dan ukuran partikel, kehalusan permukaan (*surface texture*) dan penyerapan air.

Disamping itu beberapa persyaratan lain yang harus diperhatikan mengenai pasir adalah sebagai berikut :

- Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat harus dicuci.
- Tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang dibuktikan dengan percobaan warna dari *Abrams Herder*. Bila direndam dalam larutan 3% NaOH, cairan diatas endapan tidak boleh berwarna lebih gelap dari warna larutan pembanding. Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai apabila kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% kekuatan adukan agregat yang sama, yang dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci dengan air hingga bersih pada umur yang sama.
- Susunan besar butir agregat halus mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 - 3,8 dan harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu dalam daerah susunan butir menurut zone 1, 2, 3, atau 4. Dan harus memenuhi syarat bahwa sisa diatas ayakan 4,8 mm minimum 2%, sisa diatas ayakan 1,2 mm minimum 10%, sisa diatas ayakan 0,30 mm minimum 15% dari berat total agregat.

- Untuk beton dengan tingkat keawetan yang tinggi, reaksi pasir terhadap alkali harus negatif.
- Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

Tabel 2.2
Susunan Besar Butir Pasir

Ayakan BS.882 (mm)	% Berat yang lewat pada ayakan			
	Grading Zone I	Grading Zone II	Grading Zone III	Grading Zone 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
0,6	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 : standar psesifikasi bahan bangunan bagian A (SK SNI-S-04-1989 F) hal. 15.

2.3. Abu Batubara

Abu batubara berasal dari hasil pembakaran pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berbentuk abu atau lebih dikenal dengan abu batubara, bersifat halus, bundar, serta bersifat pozolanik. Penghasilan limbah tersebut dimulai dengan proses pembakaran batubara pada tungku untuk memutar turbin PLTU. Prosesnya dimulai dengan penyaluran lewat *reclaim hopper* menuju *crusher house* melalui *belt conveyor* (bc1 dan bc2) yang dilengkapi dengan *magnetic seperator* dan *metal detector*. Pada *Crusher House* batubara dipecah menjadi ukuran-ukuran ± 40 mm.

Selanjutnya batubara yang telah dipecah disalurkan melalui *belt conveyor* (bc3 dan bc4) yang dilengkapi dengan *magnetik separator* dan *belt weigher* untuk mengetahui jumlah batubara yang melaluinya. Dan seterusnya melalui *belt conveyor*

(bc9 dan bc10) menuju *tripper belt conveyor* (bc5 dan bc6) yang berguna untuk mengatur pengisian *coal bunker*. Dar *coal bunker* batubara dialirkan menuju *coal mill* untuk digiling sehingga menjadi serbuk batubara yang siap dibakar di *boiler* untuk memanaskan air menjadi uap dengan suhu 510 °C yang berguna untuk memutar turbin.

Abu sisa pembakaran di *boiler* inilah yang berupa limbah terdiri dari *Bottom ash* ditampung pada *ash hopper* sedangkan *fly ash* ditangkap oleh *electric precipitator* dan ditampung pada *ash hopper*. Dari *ash hopper* abu dialirkan menuju *ash silo* dan selanjutnya menjadi sisa buangan yang berukuran 0,125 mm. Poses pembuatannya dapat dilihat pada diagram berikut :

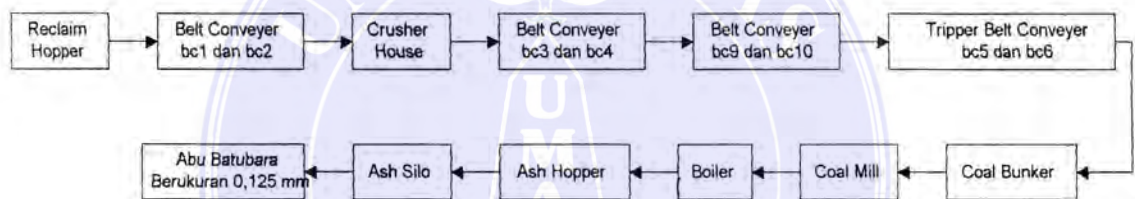


Diagram Proses pembuatan abu batubara

Limbah batubara (abu batubara) bersifat pozolanik, dimaksudkan abu batubara tersebut dapat bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan oleh semen pada waktu proses hidrasi dan membentuk senyawa yang bersifat mengikat pada suhu kamar (dengan adanya air).

Menurut standar American Society for Testing Materials (ASTM) C 618 - 91 abu batubara hasil pembakaran batubara digolongkan atas jenis batubara yang digunakan untuk pembakaran tersebut. Adapun 2 jenis abu batubara yaitu :

- Kelas F; Abu batubara yang dihasilkan dari pembakaran batubara jenis anthrasit atau bituminous.

- Kelas C; Abu batubara yang dihasilkan dari pembakaran batubara jenis lignit atau sub bituminous.

Adapun susunan kimia dan sifat fisik abu batubara menurut ASTM C 618-91 dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.3
Susunan Kimia dan Sifat Fisik Abu Batubara

URAIAN	KELAS F	KELAS C
A. Susunan Kimia		
1. Silikon dioksida + aluminium oksida + besi oksida, minimum (%);	70,0	50,0
2. Sulfur trioksida, maksimum (%);	5,0	5,0
3. Kadar air, maksimum (%);	3,0	3,0
4. Hilang pijar, maksimum (%);	6,0	6,0
5. Na ₂ O, maksimum (%).	1,5	1,5
B. Sifat fisik		
1. Kehalusan sisa diatas ayakan 45 µm, maksimum (%);	34,0	34,0
2. Indeks keaktifan pozolan dengan PC Type I pada umur 28 hari minimum (%) pembanding;	75,0	75,0
3. Air, maksimum (%) pembanding;	105,0	105,0
4. Pengembangan dengan Auto clave maksimum (%).	0,8	0,8

Sumber : Jurnal Peremukiman No.ISSN 0215-0778 Vol.XII No.1-2/1996 hal.50

Dari kedua kelas tersebut yang baik digunakan untuk additive (bahan tambahan) pada beton adalah abu batubara kelas F, karena kandungan oksida silika, aluminium dan besinya lebih besar (minimum 70%) jika dibandingkan dengan kelas C. Ketiga oksida

tersebut merupakan komponen yang penting dalam reaksi kimia yang terjadi antara abu batubara dengan kapur bebas dan membentuk senyawa hidrat lain yang dapat meningkatkan mutu beton, yaitu terbentuknya kalsium silikat hidrat, kalsium aluminat hidrat dan kalsium alumino ferrite hidrat.

2.4. A i r

Air mempunyai pengaruh yang penting dalam menentukan kekuatan dan kemudahan dalam pekerjaan beton. Untuk mendapatkan beton yang mudah dikerjakan tetapi dengan kekuatan yang tetap, harus dipertahankan perbandingan antara jumlah air dan semennya. Selain dari jumlahnya, kualitas airpun harus diperhatikan, karena kelebihan zat-zat yang terkandung didalam air akan mempengaruhi proses pengikatan antara semen dan agregat yang menyebabkan terjadinya pengurangan kekuatan atau gangguan pada permukaan beton dan dapat juga menyebabkan karat pada beton bertulang.

Dalam beberapa spesifikasi, kualitas air yang dapat digunakan adalah air yang dapat diminum. Akan tetapi air minum tidak dapat dipergunakan apabila memiliki konsentrasi sodium atau potasium dan ada reaksi alkali dan agregat yang berbahaya. Berikut ini adalah batasan maksimum kandungan zat kimia dalam air yang masih diperkenankan (dalam ppm = part per-million).

Tabel 2.4
Kandungan Zat Kimia Maksimum Dalam Air Yang Diizinkan

KANDUNGAN UNSUR KIMIA	MAKS. KOSENTRASI
Klorida, Cl	
• beton pratekan	500 ppm
• beton bertulang	1000 ppm
Sulfat, SO ₄	1000 ppm
Alkali (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O)	600 ppm
Kandungan Agregat Total	50000 ppm

Sumber : Teknologi adukan dan pasangan tembok, Bandung 1985, hal. 10

Disamping itu ada beberapa persyaratan lain yang harus diperhatikan dalam menentukan pemakaian air, antara lain adalah :

- Air harus bersih, tidak mengandung lumpur, tidak berbau, tidak mengandung minyak dan benda-benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
- Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
- Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak bahan (asam-asam dan zat organik) lebih dari 15 gram/liter.
- Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya pada lembaga pengujian yang diakui.

2.5. Adukan

2.5.1. Pengertian

Adukan adalah suatu campuran dari bahan pengikat, bahan pengisi dan air.

Bahan pengikat yang biasa dipakai adalah semen dan kapur atau semen pozolan,

sedangkan bahan pengisi adalah pasir. Bahan-bahan tersebut harus memenuhi syarat-syarat untuk adukan. Adukan yang memakai semen mempunyai kekuatan dan adhesi yang besar, akan tetapi pengerjaannya agak sukar (workabilitynya rendah), sedangkan adukannya yang memakai kapur kekuatan dan adhesinya agak rendah, tetapi sangat mudah dikerjakan (workabilitynya tinggi). Oleh karena itu sering dilakukan dengan adukan semen dan kapur sebagai bahan pengikat.

Sifat adukan yang terpenting adalah :

- a. Kemudahan untuk dikerjakan,
- b. Sifat penyusutan, dan
- c. Kekuatan.

Adukan untuk pasangan diperlukan kekuatan dengan adhesi yang cukup, sedangkan adukan untuk plesteran luar harus mempunyai sifat tembus air. Hal ini mengakibatkan diperlukan campuran yang berbeda-beda. Fungsi adukan dalam pasangan tembok antara lain adalah pengikat antara bata yang satu dengan yang lainnya, menghilangkan deviasi dari permukaan batanya dan untuk menyalurkan beban.

Sedangkan fungsi adukan dalam plesteran adalah meratakan permukaan tembok sehingga mudah untuk dicat dan juga untuk memelihara pasangan tembok.

2.5.2. Teknik Membuat Adukan

- Pengadukan dengan tangan;

Bahan-bahan yang telah dipersiapkan dicampur kering terlebih dahulu hingga rata dalam sebuah kotak atau tempat mencampur adukan. Bagian atas, timbunan

campuran dilubangi hingga membentuk semacam “kawah”. Sebagian air kemudian dituangkan kedalamnya, lalu seluruh bahan dicampur lagi sampai merata. Sisa air ditambahkan dengan cara yang sama, lalu diaduk atau dicampur seluruhnya sampai rata.

- Pengadukan dengan mesin;

Proses pengadukan dengan mesin akan menghasilkan campuran yang lebih baik dan homogen, akan tetapi memerlukan peralatan yang lebih mahal. Pencampuran dengan mesin aduk dilakukan yaitu dengan agregat dan bahan pengikat dicampur kering terlebih dahulu hingga rata warnanya, setelah itu ditambahkan sebagian air dan diaduk lagi sampai merata, sisa air ditambahkan dan aduk lagi. Waktu pengadukan yang diperlukan diperlukan antara 4 – 12 menit.

2.5.3. Teknik Memilih Campuran Adukan

Adukan dibuat berdasarkan :

- a. Workability (kemudahan untuk digunakan/dipakai)
- b. Sifat kekuatan, sifat-sifat permukaan dan faktor pengisapan air dari bahan pasangannya (bata)
- c. Macam (bagian) bangunan.

Campuran adukan yang dibuat harus mudah pengerjaannya (*good workability*) dengan kekuatan tekan optimum dari pasangan kira-kira $1/2 - 1/3$ dari kekuatan tekan batanya.

2.6. Pasangan

Pasangan tembok adalah suatu pasangan yang terdiri dari bahan pengikat (adukan) dan bahan pengisi (bata merah, batako dan lain-lain) untuk mendapatkan pasangan tembok yang baik harus didukung oleh peralatan, teknik pemasangan, penyesuaian kecepatan pengisapan air permukaan dari bata dan pemeliharaan tembok.

Hal tersebut diatas selain usaha menambah kekuatan dari pasangan tembok dan juga akan menambah produktifitas, sehingga biaya pembuatan tembok dapat dihemat. Dari hasil percobaan yang dilakukan di Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan (DPMB) menunjukkan bahwa dengan memperbaiki teknik pasangan tembok didapat kekuatan geser dan lentur menjadi 600, sedangkan kecepatan menjadi 2 - 3 kali. Oleh karena itu Indonesia pada umumnya berada dalam daerah/jalur gempa, dimana kekuatan geser dan lentur sangat penting sekali disamping kekuatan tekan, maka teknik pasangan tembok yang diperbaiki ini, adalah sangat diperlukan dan perlu dikembangkan lebih lanjut.

2.7. Bata Merah

Bata merah adalah bahan bangunan yang terbuat dari tanah liat (lempung). Batu bata dalam suatu konstruksi bangunan perumahan mempunyai peranan yang sangat penting, digunakan sebagai dinding sekaligus sebagai pendukung konstruksi. Penggunaan bata merah harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. **Ukuran-ukuran;** ukuran panjang, lebar dan tebal dari bata merah ditentukan dan dinyatakan dalam perjanjian antara pembeli dan penjual (pembuat). Ukuran-ukuran bata merah standar adalah :

- Bata merah : panjang 240 mm, lebar 115 mm dan tebal 52 mm, dan
- Bata merah : panjang 230 mm, lebar 110 mm dan tebal 50 mm.

2. Kuat tekan;

Tabel 2.5

Kekuatan Tekan Rata-Rata Bata Merah

Mutu Bata Merah	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm ²)
Tingkat I (satu)	Lebih besar dari 100
Tingkat II (dua)	100 – 80
Tingkat III (tiga)	80 – 60

Sumber : NI-10, Bata Merah sebagai Bahan Bangunan, Yayasan LPMB, Bandung 1984.

Dari tiap-tiap benda percobaan, kekuatan tekannya tidak diperbolehkan 20% lebih rendah dari harga rata-rata terendah untuk tingkat mutunya.

3. **Kadar garam;** hasil pengujian bata merah menunjukkan tanda-tanda permukaan bata bila direndam dengan air suling terjadi pengkristalan pada permukaan bata. Hasil penglihatan dinyatakan sebagai berikut :

- **Tidak membahayakan;** bila kurang dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih;
- **Ada kemungkinan membahayakan;** bila 50% atau lebih dari permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang sedikit tebal;
- **Membahayakan;** bila lebih dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang tebal dan bagian-bagian permukaan bata menjadi bubuk dan terlepas.

2.8. Metode Statistik

Metode statistik digunakan untuk mengetahui apakah ada hubungan antara variabel kuat tekan yang dihasilkan dengan variabel kuat geser dari pasangan dinding. Metode tersebut adalah statistik non-parametrik korelasi linier yaitu digunakan untuk mengukur derajat erat tidaknya hubungan antara satu variabel terhadap variabel lainnya dimana pengamatan tersebut menggunakan formula sebagai berikut.

$$r = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Sumber : Statistik Non Parametrik edisi 2 hal. 120.

Dimana : r = Korelasi

X/Y = Variabel

Test hipotesa untuk koefisien korelasi r adalah dengan langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

1. $H_0 : \rho = 0$

Hipotesa nol ini menyatakan bahwa tidak terdapat korelasi linier antara variabel X dan Y diatas dari pengujian.

$$H_A = r \neq 0$$

H_A ini berarti terdapat korelasi yang signifikan antara variabel X dan Y.

Dari informasi yang diperoleh dari pada pengamatan sampelnya dimana nilai dari variabel randomnya dianggap mendekati distribusi normal dengan nilai :

$$\text{Mean} = \frac{1/2 \ln(1 + \rho)}{1 - \rho}$$

dan varian = $\frac{1}{(n-3)}$, maka test statistik yang diperoleh adalah :

$$2. Z_{H1} = \left[\frac{n-3}{2} \right]^{1/2} \left[\ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right) - \left(\frac{1+\rho_0}{1-\rho_0} \right) \right]$$

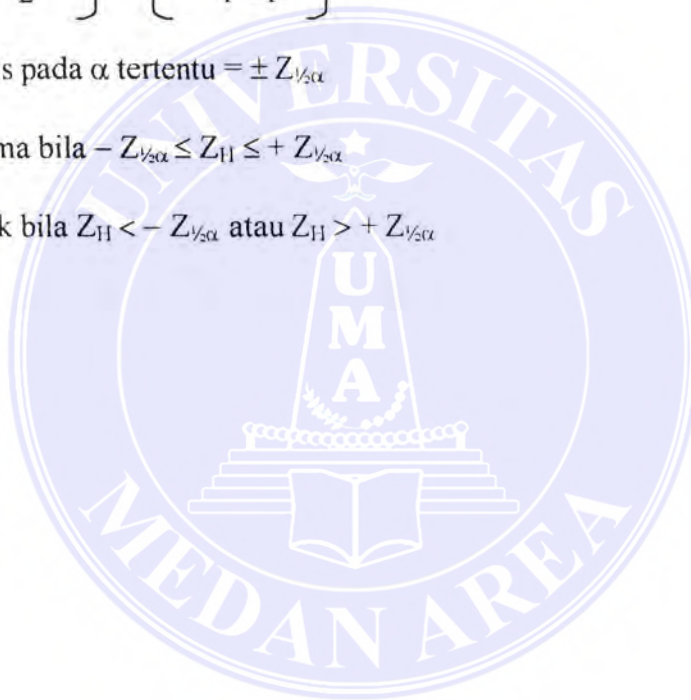
Bila $\rho_0 = 0$ maka

$$Z_{H1} = \left[\frac{n-3}{2} \right]^{1/2} \left[\ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right) \right]$$

3. Nilai kritis pada α tertentu = $\pm Z_{1/2\alpha}$

Ho diterima bila $-Z_{1/2\alpha} \leq Z_{H1} \leq +Z_{1/2\alpha}$

Ho ditolak bila $Z_{H1} < -Z_{1/2\alpha}$ atau $Z_{H1} > +Z_{1/2\alpha}$



BAB III

METODE PENELITIAN

Sebelum bahan digunakan hendaknya dilakukan pengujian untuk mengetahui kualitas dari bahan yang akan digunakan seperti pengujian berikut ini.

3.1. Pengujian Bahan Baku

3.1.1. Semen

Semen yang digunakan adalah semen portland tipe I merk Kujang yang telah memenuhi label Standar Industri Indonesia (SII) untuk semen, namun demikian perlu dilakukan beberapa pengujian yaitu :

A. Bobot Isi Padat

Dilakukan dengan cara sebagai berikut : Ambil semen masukkan ke dalam takaran satu liter, lalu diratakan permukaan takaran dari semen yang berlebihan kemudian tumbuk dengan alat penumbuk. Selama masa pemadatan semen mengalami penyusutan maka ditambah lagi semennya hingga permukaan semen tidak mengalami penurunan.

Berat semen + takaran (W3) = 1591,1 gram

Berat takaran (W4) = 335,5 gram

Maka bobot isi padat :

$$= \frac{W3 - W4}{\text{Liter}} = \frac{1591,1 - 335,5}{\text{Liter}} = 1255,6 \text{ gram/liter}$$

B. Bobot Isi Gembur

Penentuan bobot isi gembur semen sebagai berikut : Ambil semen, masukkan ke dalam takaran satu liter kemudian ratakan permukaan takaran dari semen yang berlebihan, lalu timbang contoh semen beserta takaran literan (W_2) = 1536 gram. Sesudah itu takaran dikosongkan lalu timbang takaran kosong (W_1) = 335,5 gram. Maka bobot isi yang diperoleh :

$$= \frac{W_2 - W_1}{\text{Liter}} = \frac{1536 - 335,5}{\text{Liter}} = \mathbf{1200,5 \text{ gram/liter}}$$

C. Berat Jenis

Cara menentukan berat jenis semen sebagai berikut : Terlebih dahulu masukkan kerosine ke dalam gelas ukur kapasitas 500 ml (cc) sebanyak 250 cc (A), lalu timbang semen sebanyak 200 gram kemudian masukkan semen ke gelas ukur yang telah berisi kerosine tadi. Didapatlah ketinggian kerosine + semen = 315 cc (B).

Maka volume kerosine yang digantikan oleh berat semen :

$$= B - A$$

$$= 315 - 250 = 65 \text{ cc}$$

Jadi berat jenis semen :

$$= \frac{\text{Berat Semen}}{65} = \frac{200 \text{ gram}}{65 \text{ cc}} = \mathbf{3,07 \text{ gram/liter}}$$

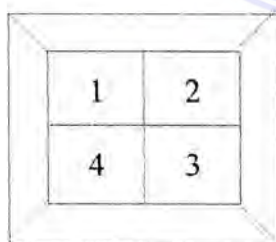
3.1.2. Pasir

Pasir yang digunakan berasal dari sungai di Binjai.

A. Mereduksi Pasir

Pekerjaan mereduksi pasir untuk pekerjaan di laboratorium dilakukan dengan Metode Per-empat (*Quartering*), dengan maksud mendapatkan contoh yang homogen (serba sama) dan dengan tujuan agar contoh yang digunakan dapat mewakili. Cara pengujian :

- Ambil contoh pasir alami dari alam terbuka, kemudian dibuat gundukan.
- Gundukan tersebut diaduk dengan sekop minimal 3 kali sampai merata, pekerjaan ini dilakukan oleh dua orang.
- Kemudian dibuat gundukan baru dalam tiga tahapan dan diaduk-aduk.
- Kemudian masukkan pasir dari tahap ketiga ke dalam trapesium yang terbuat dari papan, dan permukaannya diratakan dengan ketebalan yang sama.
- Diatas permukaan trapesium dibuat lingkaran dengan silang yang tegak lurus satu sama lain dibuat nomor.



Trapezium



Gundukan 2 + 4



Wadah Silinder

- Nomor yang bersilangan (1 dan 3) dipisahkan dan nomor (2 dan 4) dicampur menjadi satu gundukan baru.

- Kemudian nomor 2 dan 4 dikeluarkan dan dijadikan satu gundukan dan kemudian dimasukkan dalam wadah silinder untuk siap diuji.

B. Pengujian Kadar Zat Organik

Gunanya untuk memeriksa apakah pasir mengandung kadar bahan organik. Cara kerjanya adalah; ambil pasir 200 ml masukkan kedalam gelas ukuran berkapasitas 500 ml (labu erlemeyer) dan larutan NaOH 3% hingga mencapai 300 ml, kemudian ditutup dan dikocok selama 10 menit. Diamkan selama 24 jam, setelah itu amati perubahan warna, apabila warna lebih jernih dari warna standar (PBI 1971) maka pasir tersebut tidak mengandung kadar bahan organik namun bila warna menjadi pekat atau gelap dari warna standar maka pasir mengandung bahan organik.

Dari percobaan yang dilakukan ternyata pasir yang digunakan setelah 24 jam diamati warna dari larutan NaOH 3% lebih muda dari warna standar, berarti kandungan kadar bahan organik pada pasir yang akan digunakan masih memenuhi syarat.

C. Pengujian Kadar Lumpur

Untuk mengetahui kandungan lumpur yang ada dalam agregat halus (pasir), sehingga dapat diketahui apakah pasir tersebut dapat digunakan sebagai campuran beton yang tidak melebihi dari yang disyaratkan PBI 1971 sebesar 5%. Pengujian tersebut dilakukan sebagai berikut :

- Ambil agregat halus (pasir) yang alami dan masukkan ke dalam gelas ukur kapasitas 500 cc setinggi 250 cc;
- Kemudian isi gelas ukur dengan air setinggi 350 cc kemudian tutup dan kocok-kocok sampai pasir berpisah dengan lumpur \pm 5 menit;

- Diamkan gelas ukur di tempat yang rata dan dari gangguan getaran selama 24 jam sampai air kelihatan jernih;
- Kemudian kadar lumpur dapat dihitung dari hasil percobaan :

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{A}{B} \times 100\% = \frac{10 \text{ cc}}{250 \text{ cc}} \times 100\% = 4\% < 5\% \text{ OK}$$

Dimana :

A = tinggi lumpur

B = tinggi pasir + lumpur

D. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan

Untuk pengujian agregat halus caranya; Ambil contoh pasir alami lalu direndam di air selama 24 jam, setelah itu keringkan pasir di alam terbuka. Setelah kira-kira pasir sudah mencapai kering permukaan (SSD) maka ambil pasir dan timbang sebanyak 200 gram (A) dua bagian, satu bagian dikeringkan di dalam oven sampai beratnya tetap dan timbang (B). Sedangkan bagian yang lain masukkan kedalam gelas ukur berkapasitas 1000 ml dan air setinggi 1000 ml. Timbang pasir beserta gelas ukur yang telah berisi air = 1888,2 gram (C). Selanjutnya pasir yang ada di gelas ukur dikeluarkan dan dibersihkan lalu masukkan air dan timbang = 1769,5 gram (D). Maka berat jenis dan penyerapan air dihitung :

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis pasir} &= \frac{A}{D+A-C} \times \text{gram/cm}^3 \\ &= \frac{200}{1769,5+200-1888,2} = 2,46 \text{ gram/cm}^3 \\ \text{Penyerapan} &= \frac{A-B}{B} \times 100\% = \frac{200-194,3}{194,3} \times 100\% = 2,93\% \end{aligned}$$

E. Pemeriksaan Kadar Air

Pemeriksaan dilakukan untuk menentukan besarnya kadar air yang terkandung dalam pasir dengan cara pengeringan. Kadar air pasir adalah rasio antara berat pasir semula dengan pengeringan dinyatakan dalam persen. Cara pemeriksaannya adalah :

- Timbang dan catat berat wadah (w_1);
- Timbang berat agregat alami di dalam talam (w_2);
- Hitung berat agregat alami ($w_3 = w_2 - w_1$);
- Keringkan agregat di dalam oven dengan suhu ($110 \pm 5^\circ\text{C}$) sampai beratnya konstan;
- Setelah beratnya konstan timbang dan catat kembali berat contoh agregat beserta talamnya (w_4);
- Hitung berat contoh agregat dalam kondisi kering ($w_5 = w_4 - w_1$)

Dari hasil pemeriksaan maka Kadar air dapat dihitung :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air Agregat Halus} &= \frac{w_3 - w_5}{w_3} \times 100\% \\ &= \frac{200 - 188,6}{200} \times 100\% = 5,7\% \end{aligned}$$

F. Bobot Isi Padat

Seperti pengujian bobot isi semen, dilakukan dengan cara sebagai berikut :
Ambil pasir masukkan ke dalam takaran satu liter, lalu diratakan permukaan takaran dari pasir yang berlebihan kemudian tumbuk dengan alat penumbuk. Selama masa pemadatan pasir mengalami penyusutan maka ditambah lagi pasirnya hingga permukaan pasir tidak mengalami penurunan.

Berat pasir + takaran (W3) = 1743,6 gram

Berat takaran (W4) = 335,5 gram

Maka bobot isi padat :

$$= \frac{W3 - W4}{\text{Liter}} = \frac{1743,6 - 335,5}{\text{Liter}} = 1408,1 \text{ gram/liter}$$

G. Bobot Isi Gembur

Penentuan bobot isi gembur pasir sebagai berikut : Ambil pasir, masukkan ke dalam takaran satu liter kemudian ratakan permukaan takaran dari pasir yang berlebihan, lalu timbang contoh pasir beserta takaran literan (W1) = 1664,0 gram. Sesudah itu takaran dikosongkan lalu timbang takaran kosong (W2) = 335,5 gram.

Maka bobot isi yang diperoleh :

$$= \frac{W2 - W1}{\text{Liter}} = \frac{1664 - 335,5}{\text{Liter}} = 1328,5 \text{ gram/liter}$$

H. Modulus Kehalusan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui jenis kehalusan pasir dan susunan gradasi pasir menurut zone yang telah ditentukan. Pengujian didahului dengan pengeringan pasir didalam oven dengan suhu 105 sebanyak \pm 500 gram. Susunlah ayakan yang akan digunakan berdasarkan urutan terkecil paling bawah dan masukkan pasir yang telah dikeringkan didalam oven dengan terlebih dahulu didinginkan didalam desikator. Kemudian getarkan dengan mesin penggetar selama 10 menit. Setelah pengetaran kemudian ditimbang pasir yang tertahan pada tiap-tiap saringan.

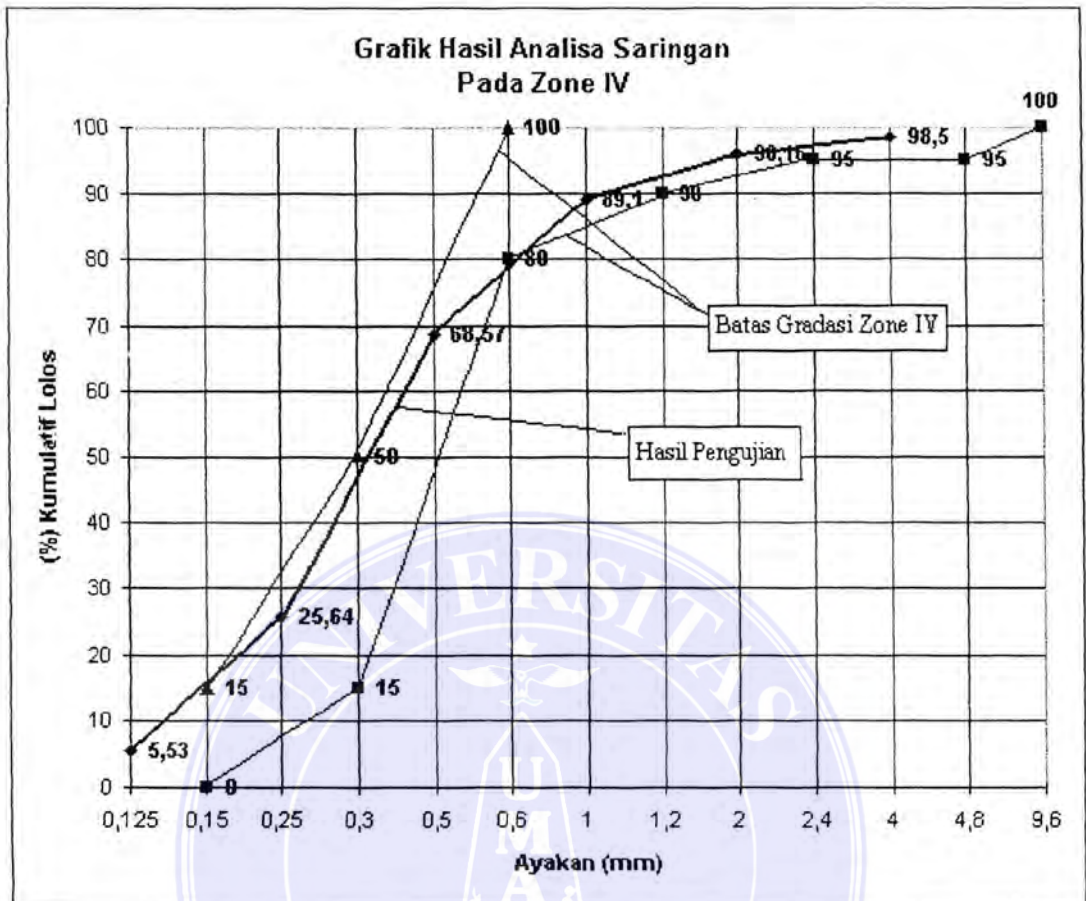
Tabel 3.1
Hasil Analisa Saringan Gradasi Pasir

Ukuran Ayakan (mm)	Berat Ayakan (gram)	Berat Ayakan + Pasir (gram)	Berat Sisa Pasir (gram)	% Lolos	% Kumulatif	Berat % Lolos
4	447,5	455,0	7,5	1,5	1,5	98,5
2	426,1	437,8	11,7	2,34	3,84	96,16
1	379,5	414,8	35,3	7,06	10,9	89,1
0,5	350,1	452,7	102,6	20,53	31,43	68,57
0,25	317,3	531,85	214,55	42,93	74,36	25,64
0,125	312,0	412,5	100,5	20,11	94,47	5,53
Alas	333,9	361,5	27,6	5,53	100	0
Σ	-	-	499,75	-	316,5	-

Jadi modulus kehalusan pasir = $\frac{\text{Persentase Kumulatif}}{100} = \frac{316,5}{100} = 3,165$

3,165 termasuk di dalam jenis pasir kasar (2,91 – 3,2).

Sedangkan batas gradasi pasir termasuk dalam zone IV yang dapat dilihat pada grafik berikut ini.



3.1.3. Abu Batubara

Abu batubara yang digunakan berasal dari limbah buangan PT. PLN Sektor Ombilin (Sumatera Barat) yang merupakan Pembangkit Listrik Tenaga Uap yang menggunakan bahan bakar batubara. Pengujian abu batubara dilakukan hanya pada beberapa pengujian fisik yang dianggap perlu dalam penelitian ini mengingat keterbatasan peralatan yang ada. Sedangkan untuk pengujian kimia unsur dari abu batubara dilakukan di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Kimia Terapan Bandung. Adapun pengujian fisik tersebut antara lain pengujian bobot isi dan pengujian pada berat jenis.

A. Bobot Isi Padat

Seperti pengujian-pengujian bobot isi sebelumnya, dilakukan dengan cara sebagai berikut : Ambil abu batubara masukkan ke dalam takaran satu liter, lalu diratakan permukaan takaran dari abu batubara yang berlebihan kemudian tumbuk dengan alat penumbuk. Selama masa pemadatan abu batubara mengalami penyusutan maka ditambah lagi abu batubaranya hingga permukaan abu batubara tidak mengalami penurunan.

Berat abu batubara + takaran (W3) = 1077,4 gram

Berat takaran (W4) = 335,5 gram

Maka bobot isi padat :

$$= \frac{W3 - W4}{\text{Liter}} = \frac{1077,4 - 335,5}{\text{Liter}} = 741,9 \text{ gram/liter}$$

B. Bobot Isi Gembur

Penentuan bobot isi gembur abu batubara sebagai berikut : Ambil abu batubara, masukkan ke dalam takaran satu liter kemudian ratakan permukaan takaran dari abu batubara yang berlebihan, lalu timbang contoh abu batubara beserta takaran literan (W1) = 888,4 gram. Sesudah itu takaran dikosongkan lalu timbang takaran kosong (W2) = 335,5 gram. Maka bobot isi yang diperoleh :

$$= \frac{W2 - W1}{\text{Liter}} = \frac{888,4 - 335,5}{\text{Liter}} = 552,9 \text{ gram/liter}$$

C. Pengujian Berat Jenis

Untuk pengujian ini dilakukan dengan cara seperti pemeriksaan berat jenis pada semen yaitu :

- Gunakan gelas ukur dengan kapasitas 500 ml kemudian diisi dengan minyak tanah (*cerosine*) setinggi 250 ml (A);
- Kemudian timbang abu batubara sebanyak 200 gram dan masukkan ke dalam gelas ukur yang telah diisi dengan minyak tanah;
- Usahakan abu batubara semuanya larut di dalam cairan minyak tanah bila perlu dikocok-kocok hingga tidak ada lagi gelembung-gelembung udaranya;
- Setelah didiamkan beberapa saat dan abu abu batubara semuanya telah larut, ukur tinggi penambahan volume minyak tanah (B);
- Tentukan volume minyak tanah yang digantikan oleh abu batubara yang merupakan selisih pembacaan (B dan A = C).

Maka berat jenis abu batubara dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Berat jenis} = \frac{\text{Abu Batubara}}{C=B-A} = \frac{200 \text{ gram}}{(355-250) \text{ ml}} = \frac{200}{105} = 1,904 \text{ gram/ml}$$

3.1.2. Bata Merah

Bata merah yang digunakan dibeli di Binjai yang pembuatannya berasal dari Lubuk Pakam.

A. Pengujian ukuran asli

Ambil bata merah yang akan digunakan secara acak sebanyak 10 bata, kemudian siapkan alat pengukur jangka sorong (Sitmat). Masing-masing pengukuran panjang, lebar dan tebal dilakukan paling sedikit sebanyak 3 kali pengukuran. Dari hasil pengukuran diperoleh data rata-rata sebagai berikut :

Tabel 3.2
Hasil Pengujian Ukuran Asli

Nomor Uji	U k u r a n (c m)		
	Panjang	Lebar	Tebal
1	23,5	10,5	5,5
2	23,2	10,5	5,5
3	23,0	10,6	5,5
4	23,2	10,5	5,5
5	23,0	10,5	5,5
6	23,0	10,5	5,6
7	23,2	10,7	5,4
8	23,1	10,6	5,6
9	23,3	10,6	5,5
10	23,1	10,8	5,5
Σ	231,6	105,8	55,1

B. Pengujian kuat tekan

Ambil bata merah yang akan digunakan sebanyak 10 buah secara acak kemudian belah menjadi dua (setengah dari ukuran asli) dengan gergaji yang sama persis. Siapkan adukan 1 semen portland +3 pasir kuarsa yang tertahan diayakan 0,15 dan lolos ayakan 0,25. Potongan bata merah yang sama persis kemudian disatukan dengan adukan (spesi) dan juga sisi atas dan bawah bidang tekan diberi plesteran adukan setebal 6 mm hingga membentuk bujur sangkar. Usahakan bentuk dari pasangan dalam keadaan siku dengan menggunakan *watterpast* dan alat penyiku. Setelah pencetakan kemudian contoh direndam selama 1 hari (24 jam). Kemudian setelah masa perendaman tersebut dilakukan pengujian kuat tekan dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 3.3
 Hasil pengujian kuat tekan bata merah

No	Ukuran Sesudah dipotong (cm)			Luas Bidang Tekan (cm ²)	Beban Hancur (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
	Panjang	Lebar	Tebal			
1.	9,3	9,3	9,0	86,49	4000	46,25
2.	9,0	8,7	9,8	78,30	4200	53,64
3.	9,4	9,5	9,2	89,30	4400	49,27
4.	8,8	8,9	9,7	78,32	4200	53,63
5.	9,4	9,5	9,4	89,30	4400	49,27
6.	8,9	9,1	9,5	80,99	4800	59,27
7.	9,2	9,1	9,9	83,72	4200	50,17
8.	9,3	9,3	9,5	86,49	6000	69,37
9.	8,8	8,8	9,3	77,44	7600	98,14
10	8,9	8,6	9,5	76,54	3800	49,65
Σ	91	90,8	94,8	826,89	47600	578,66

3.2. Rancangan Campuran Pasangan

Setelah semua sifat karakteristik dan pengujian bahan bangunan yang akan digunakan dalam pembuatan adukan maupun pasangan sudah diketahui, maka langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah penentuan rancangan adukan yang digunakan untuk spesi pasangan. Penentuan rancangan tersebut didasarkan pada tata cara pekerjaan dinding tembok bata merah. Adapun rancangan adukan untuk spesi pasangan tersebut adalah sebagai berikut :

1. 1 Semen Portland : 4 Pasir
 2. 1 Semen Portland : 5 Pasir
 3. 1 Semen Portland : 6 Pasir
- } Sebagai bahan pembanding
4. 1 Semen Portland : 4 Pasir : 1 Abu batubara

5. 1 Semen Portland : 4 Pasir : $\frac{1}{2}$ Abu batubara
6. 1 Semen Portland : 5 Pasir : 1 Abu batubara
7. 1 Semen Portland : 5 Pasir : $\frac{1}{2}$ Abu batubara
8. 1 Semen Portland : 6 Pasir : 1 Abu batubara
9. 1 Semen Portland : 6 Pasir : $\frac{1}{2}$ Abu batubara

3.3. Persiapan Bahan dan Pengadukan

Setelah rancangan ditentukan kemudian dilakukan pengukuran sesuai dengan yang direncanakan. Pengukuran tersebut berdasarkan volume yaitu dengan menggunakan wadah berbentuk ember (timba) dari plastik dengan volume 6 liter. Dari setiap campuran yang telah ditakar, kemudian diaduk dengan mesin pengaduk (*mixer molen*) yang dimulai dengan pengadukan kering untuk menghindari penggumpalan yang mengakibatkan pendistribusian semen dan abu batubara tidak merata. Setelah adukan homogen kemudian dilanjutkan dengan pengadukan basah dengan penambahan air sedikit demi sedikit sampai kelembaban adukan sesuai dengan yang direncanakan.

3.4. Pemasangan dan Perawatan

Untuk pembuatan pasangan benda uji, ukurannya adalah 60 x 60 cm dengan pasangan $\frac{1}{2}$ bata. Pekerjaan ini dilakukan oleh dua orang tukang dan satu orang pembantu tukang. Persiapan untuk pekerjaan ini terlebih dahulu dilakukan pembuatan ukuran dengan benang untuk menjaga keseragaman tinggi pasangan. Sebelum bata digunakan hendaknya sebelumnya direndam sampai habis gelembung-gelembung udara

yang mengisi pori-pori dari bata tersebut. Keuntungan lain dari perendaman tersebut adalah untuk selalu menjaga kelembaban antara adukan sebagai spesi dan bata (cadangan air untuk memperpanjang reaksi pengikatan semen). Ketentuan-ketentuan yang harus diperhatikan dalam pembuatan pasangan bata adalah :

1. pasangan harus tetap datar dan tegak lurus (selalu *watterpast*);
2. Bagian ujung pasangan harus dalam bentuk persegi;
3. Kelebihan adukan yang menempel pada dinding harus dibersihkan sebelum mengeras;
4. Bagian bata yang menumpang tidak boleh kurang dari $\frac{1}{4}$ panjang bata;

Pasangan bata yang baru selesai perlu dilindungi dari hujan dan terik matahari dengan cara perawatan :

- Setiap hari disiram air hingga tetap lembab selama kurang lebih 1 – 2 minggu;
- Atau ditutupi lapisan lembaran plastik, anyaman bambu (*gedeg/bilik*), terutama pada ketinggian lebih dari 60 cm dari permukaan atas;
- Atau cara perlindungan lainnya.

3.5. P e n g u j i a n

3.5.1. Kuat Tekan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kekuatan pasangan yang dapat dicapai dengan tingkat/pola kerusakan yang relatif seimbang antara bata dan spesi pasangan. Sehingga dengan demikian dapat dipilih suatu proporsi campuran yang relatif sama dengan batanya. Penentuan kuat tekan pasangan dengan menggunakan rumus :

$$f'c = \frac{P_u + W}{P \times t} = (\text{kg/cm}^2)$$

Sumber : Metode Pengujian Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah SK SNI 03-4165, 1996.

Dimana :

$f'c$ = kuat tekan dinding pasangan bata merah (kg/cm^2)

P_u = beban uji maksimum (kg)

W = massa alat bantu (kg)

P = lebar benda uji (cm)

t = tebal benda uji (cm)

Pelaksanaan pengujian dilakukan sebagai berikut :

1. Ukur tinggi, panjang dan tebal benda uji dengan menggunakan rol meter;
2. Timbang berat benda uji (w) dan alat bantu (W);
3. Hidupkan mesin pada awal pengujian selama 15 menit;
4. Benda uji diletakkan sentris terhadap alat pembebanan dan di atasnya diletakkan alat bantu (W);
5. Atur jarum penunjuk beban pada posisi nol;
6. Lakukan pembebanan dengan kecepatan konstan dan dapat diatur;
7. Catat nilai beban hancur.

Dengan menggunakan rumus diatas diperoleh hasil pengujian kuat tekan pasangan seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 3.4
 Hasil Pengujian Kuat Tekan Pasangan Bata Merah

Komposisi	Nomor Sampel	Dimensi Pasangan Bata (cm)			Luas Bid. Tekan (cm ²)	Beban Hancur (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
		P	T	t			
1	2	3	4	5	6	7	8
1 Pc : 4 Ps	1	60	60	10	600	21200	35,35
	2	60	60	10	600	31400	52,35
	3	60	60	10	600	28800	48,02
	4	60	60	10	600	26200	43,68
	5	60	60	10	600	22600	37,68
Rata-Rata							43,42
1 Pc : 5 Ps	1	60	60	10	600	24600	41,02
	2	60	60	10	600	18400	30,68
	3	60	60	10	600	20400	34,02
	4	60	60	10	600	22200	37,02
	5	60	60	10	600	23800	39,68
Rata-Rata							36,49
1 Pc : 6 Ps	1	60	60	10	600	17000	28,34
	2	60	60	10	600	20800	34,68
	3	60	60	10	600	19400	32,34
	4	60	60	10	600	19200	32,02
	5	60	60	10	600	21600	36,02
Rata-Rata							32,68
1 Pc : 4 Ps : 0,5 Ab	1	60	60	10	600	29000	48,34
	2	60	60	10	600	26800	44,68
	3	60	60	10	600	24200	40,34
	4	60	60	10	600	22400	37,34
	5	60	60	10	600	32600	54,34
Rata-Rata							45,01
1 Pc : 4 Ps : 1 Ab	1	60	60	10	600	22800	38,02
	2	60	60	10	600	32600	54,34
	3	60	60	10	600	29800	49,68
	4	60	60	10	600	27200	45,34
	5	60	60	10	600	30000	50,02
Rata-Rata							47,48

1	2	3	4	5	6	7	8
1 Pc : 5 Ps : 0,5 Ab	1	60	60	10	600	24000	40,02
	2	60	60	10	600	23600	39,34
	3	60	60	10	600	19400	32,34
	4	60	60	10	600	25800	43,02
	5	60	60	10	600	21400	35,68
Rata-Rata							38,08
1 Pc : 5 Ps : 1 Ab	1	60	60	10	600	25600	42,68
	2	60	60	10	600	24800	41,34
	3	60	60	10	600	23200	38,68
	4	60	60	10	600	26800	44,68
	5	60	60	10	600	22400	37,34
Rata-Rata							40,95
1 Pc : 6 Ps : 0,5 Ab	1	60	60	10	600	21000	35,02
	2	60	60	10	600	19800	33,02
	3	60	60	10	600	18200	30,34
	4	60	60	10	600	18000	30,02
	5	60	60	10	600	21200	35,34
Rata-Rata							32,75
1 Pc : 6 Ps : 1 Ab	1	60	60	10	600	20200	33,68
	2	60	60	10	600	19800	33,02
	3	60	60	10	600	22800	38,02
	4	60	60	10	600	23400	39,02
	5	60	60	10	600	22000	36,68
Rata-Rata							36,09

Keterangan :
 P = Panjang
 T = Tinggi
 t = Tebal
 W = berat alat bantu yang digunakan sebesar 10 kg
 Pc = Semen
 Ps = Pasir
 Ab = Abu Batubara

3.5.2. Kuat Geser

Kekuatan geser terutama dipengaruhi oleh kekuatan lekat antara adukan (spesi) dan permukaan bata yang digunakan. Pengalaman menunjukkan bahwa kegagalan pasangan dinding oleh daya lekat dengan pola retakan berarah horizontal pada permukaan dinding yang terkena gaya lateral. Dari beberapa literature mengatakan,

hubungan antara dua komponen gaya tekan dan geser yang bekerja pada pasangan adalah saling berkaitan dimana dengan adanya gaya tekan dapat memperbesar terhadap kekuatan gesernya akibat adanya faktor geser/friksi yang besarnya 0,3. Dengan demikian kekuatan geser pada elemen pasangan dapat dihitung dengan rumus :

$$f_{vd} = \frac{0,707(P_u + W)}{A} \times (1 - \mu)$$

Sumber : Metode Pengujian Kuat Geser Dinding Pasangan Bata Merah SK SNI 03-4166, 1996.

Dimana : f_{vd} = kuat geser pasangan (kg/cm^2)

P_u = beban uji maksimum (kg)

A = luas penampang geser (tinggi penampang diagonal geser x tebal penampang)

W = massa alat bantu (kg)

μ = koefisien friksi sebesar 0,3

Pelaksanaan pengujian kuat geser sebagai berikut :

1. Ukur penampang geser dengan menggunakan rol meter;
2. Timbang berat benda uji (w) dan alat bantu (W);
3. Hidupkan mesin pada awal pengujian selama 15 menit;
4. Letakkan benda uji sentris terhadap alat pembebanan dan dijepit sentrisnya dengan alat bantu (W);
5. Atur jarum penunjuk beban pada posisi nol;
6. Lakukan pembebanan dengan kecepatan konstan dan dapat diatur;
7. Catat nilai beban hancur

Hasil dari pengujian kuat geser pasangan bata merah dengan menggunakan rumus diatas dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.5
Hasil Pengujian Kuat Geser Pasangan Bata Merah

Komposisi	Nomor Sampel	Dimensi Pasangan Bata (cm)		Luas Bid.Geser (cm ²)	Beban Geser (kg)	Kuat Geser (kg/cm ²)
		H'	t			
1	2	3	4	5	6	7
1 Pc : 4 Ps	1	84,8	10	848	6000	3,54
	2	84,8	10	848	7800	4,59
	3	84,8	10	848	5800	3,42
	4	84,8	10	848	6600	3,89
	5	84,8	10	848	8000	4,71
Rata-Rata						4,03
1 Pc : 5 Ps	1	84,8	10	848	4000	2,37
	2	84,8	10	848	5200	3,07
	3	84,8	10	848	6800	4,01
	4	84,8	10	848	5000	2,96
	5	84,8	10	848	6400	3,77
Rata-Rata						3,24
1 Pc : 6 Ps	1	84,8	10	848	4000	2,37
	2	84,8	10	848	6000	3,54
	3	84,8	10	848	3800	2,26
	4	84,8	10	848	5200	3,07
	5	84,8	10	848	4600	2,72
Rata-Rata						2,79
1 Pc : 4 Ps : 0,5 Ab	1	84,8	10	848	7400	4,36
	2	84,8	10	848	6000	3,54
	3	84,8	10	848	6400	3,77
	4	84,8	10	848	7200	4,24
	5	84,8	10	848	7000	4,12
Rata-Rata						4,01
1 Pc : 4 Ps : 1 Ab	1	84,8	10	848	6600	3,89
	2	84,8	10	848	7000	4,12
	3	84,8	10	848	8200	4,82
	4	84,8	10	848	6400	3,77
	5	84,8	10	848	6800	4,01
Rata-Rata						4,12
1 Pc : 5 Ps : 0,5 Ab	1	84,8	10	848	6200	3,66
	2	84,8	10	848	5800	3,42
	3	84,8	10	848	7000	4,12
	4	84,8	10	848	4200	2,49
	5	84,8	10	848	5000	2,96
Rata-Rata						3,33

1	2	3	4	5	6	7
1 Pc : 5 Ps : 1 Ab	1	84,8	10	848	6400	3,77
	2	84,8	10	848	5400	3,19
	3	84,8	10	848	6600	3,89
	4	84,8	10	848	6800	4,01
	5	84,8	10	848	5200	3,07
Rata-Rata						3,59
1 Pc : 6 Ps : 0,5 Ab	1	84,8	10	848	4800	2,84
	2	84,8	10	848	3800	2,26
	3	84,8	10	848	6000	3,54
	4	84,8	10	848	5000	2,96
	5	84,8	10	848	4400	2,61
Rata-Rata						2,84
1 Pc : 6 Ps : 1 Ab	1	84,8	10	848	4200	2,49
	2	84,8	10	848	6400	3,77
	3	84,8	10	848	3600	2,14
	4	84,8	10	848	5800	3,42
	5	84,8	10	848	4800	2,84
Rata-Rata						2,93

Keterangan : H' = panjang diagonal pasangan
t = tebal pasangan
W = berat alat bantu yang digunakan sebesar 65 kg.
Pc = semen
Ps = pasir
Ab = abu batubara

BAB V

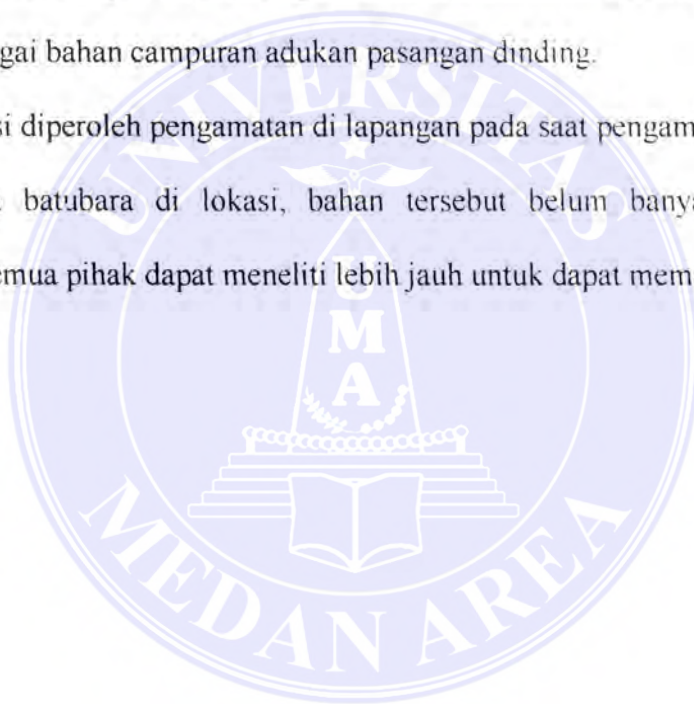
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan benda uji terlebih dahulu dilakukan pengujian seperti pada pasir, semen, abu batubara dan bata merah dengan hasil pengujian memenuhi dan hampir mendekati standar minimal;
2. Dari hasil pengujian kuat tekan pasangan bata merah dari masing-masing campuran dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan abu batubara sebanyak 0,5 sampai 1 bagian terjadi peningkatan kekuatan tekan rata-rata sebesar 3,06% sampai 10,68%;
3. Sedangkan hasil pengujian kuat geser pasangan bata merah dari masing-masing campuran tidak begitu jauh dari hasil pengujian kuat tekan namun pada campuran 1 Semen : 4 Pasir dengan penambahan abu batubara 0,5 bagian terjadi penurunan sekitar 0,49% namun masih mendekati kekuatan geser normalnya (campuran pembanding);
4. Dengan menggunakan analisis statistik untuk mengetahui sampai sejauh mana pengaruh penambahan abu batubara terhadap korelasi hasil pengujian kekuatan tekan dan geser pasangan, disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara kekuatan tekan dan geser dari pengujian pasangan dengan resiko kekeliruan (α) sebesar 5%.

5.2. Saran-Saran

1. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik dan keakuratan data hendaknya dilakukan penelitian yang menggunakan sampel lebih banyak untuk mendapatkan data yang lebih beragam.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penambahan bagian abu batubara 1,5 - 2 - 2,5 dan 3.
3. Dan juga dilakukan penelitian dengan analisa ekonomis dalam penggunaan abu batubara sebagai bahan campuran adukan pasangan dinding.
4. Dari informasi diperoleh pengamatan di lapangan pada saat pengambilan bahan baku abu batubara di lokasi, bahan tersebut belum banyak dimanfaatkan diharapkan semua pihak dapat meneliti lebih jauh untuk dapat memanfaatkannya.



DAFTAR PUSTAKA

1. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, "Teknologi Adukan dan Pasangan Tembok", Bandung 1985;
2. Departemen Pekerjaan Umum, "Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan (NI-10), Yayasan LMBT, Bandung 1984;
3. Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam) SK SNI S-04-1989-F, Yayasan LPMB, Bandung 1989;
4. Lasino, Penelitian Penggunaan Super Mansory Cemen Untuk Pasangan Dinding, Jurnal Pemukiman Vol.XII No.1-2/1996;
5. Aim Abdurachim Idris, Lasino, Sunarya Suratman, Penggunaan Produk SPK Nagrek Untuk Pasangan Dinding, Jurnal Pemukiman Vol.14 No.2, 1998;
6. Amri Edi Lubis, Pemanfaatan Limbah PLTU PT.PLN Sektor Ombilin Dengan atau tanpa Pasir untuk Pembuatan Bahan Bangunan, Jurnal Pemukiman ISSN 0215-0778 Vol.16 No.3, 2000 halaman 21;
7. Departemen Pekerjaan Umum, Metode Pengujian Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah di-Laboratorium SK SNI 03-4165-1996, Yayasan LPMB, Bandung 1996;
8. Departemen Pekerjaan Umum, Metode Pengujian Kuat Geser Dinding Pasangan Bata Merah di-Laboratorium SK SNI 03-4166-1996, Yayasan LPMB, Bandung 1996;
9. Drs. Samsubar Saleh, M.Soc. Sci, "Statistik Nonparametrik Edisi 2", BPFE-Yogyakarta 1996.