

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Laju pertumbuhan penduduk yang sangat tinggi berakibat pada tingginya kebutuhan akan sarana hunian. Pengembangan kawasan-kawasan hunian lebih lanjut akan memacu meningkatnya kebutuhan bahan bangunan. Bahan-bahan tersebut harus disediakan dalam jumlah besar dari alam maupun buatan dan hal tersebut dapat meningkatkan kelangkaan suatu bahan. Salah satu cara untuk mengatasi permintaan kebutuhan bahan bangunan tersebut adalah dengan cara meningkatkan pemberdayaan sumber daya lokal yang berada di lingkungan kita.

Pada pembangunan rumah-rumah sederhana, bata beton berlubang untuk pasangan dinding yang biasa disebut batako masih sangat sering digunakan khususnya di kalangan masyarakat menengah kebawah. Karena harganya yang relatif murah, penggunaannya yang lebih hemat serta dalam proses pelaksanaan pemasangannya yang tidak terlalu sulit.

Seperti diketahui bahwa dalam pembuatan bata beton berlubang untuk pasangan dinding (batako) diperlukan beberapa bahan-bahan bangunan seperti semen, pasir dan air. Di samping ketiga bahan pembentuk tersebut, untuk membentuk bata beton berlubang untuk pasangan dinding (batako) dapat ditambahkan lagi dengan bahan tambah yang disebut dengan bahan tambahan (*additive atau admixture*).

Dalam hal ini, semen merupakan bahan bangunan yang sangat penting, tetapi sekarang ini mempunyai harga yang relatif mahal untuk dijangkau oleh masyarakat kebanyakan dan juga akhir-akhir ini penggunaan semen seringkali dikritik karena berdasarkan hasil penelitian menyatakan bahwa emisi gas rumah kaca (karbon dioksida) yang dihasilkan pada proses produksi semen. Untuk memproduksi satu ton semen, gas rumah kaca yang dihasilkannya sebesar lebih kurang satu ton juga. Untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu dicari alternatif bahan pengganti sebagian (substitusi) semen. Hal ini dilakukan dengan mengurangi jumlah semen dan menambah dengan bahan pengganti sebagian semen dimana bahan pengganti sebagian (substitusi) semen tersebut mempunyai fungsi yang sama dengan semen yaitu sebagai bahan pengikat dalam campuran, dalam penelitian ini bahan pengganti sebagian (substitusi) yang digunakan adalah semen merah. Semen merah berasal dari bata merah yang dihaluskan kemudian diayak.

Dalam proses pembangunan banyak ditemukan limbah padat berupa puing-puing batu bata merah yang tidak terpakai karena cacat produksi atau sisa potongan-potongan bata merah. Limbah-limbah batu bata merah tersebut dipergunakan sebagai urugan dan tidak sedikit yang dibuang begitu saja. Limbah bata merah lainnya berasal dari hasil bongkaran pasangan dinding, yang merupakan beban lingkungan dan ekonomi. Dikatakan beban terhadap lingkungan, karena limbah bata merah hasil bongkaran pasangan dinding ini harus dibuang dan belum ada tempat pembuangan yang khusus untuk membuangnya. Dikatakan beban ekonomi karena untuk membuang limbah

bata merah hasil bongkaran pasangan dinding ini, memerlukan biaya pengangkutan untuk membuangnya. Oleh sebab itu, limbah tersebut seharusnya dapat dimanfaatkan dengan maksimal.

Semen merah termasuk bahan tambahan atau *admixture (additive)* yang juga disebut bahan pozzolan (buatan) yang diperoleh dari pembubukan bata merah (terutama yang patah/tidak terpakai lagi). Di Pulau Jawa semen merah umum diperdagangkan dan mudah diperoleh serta relatif murah dibandingkan dengan portland semen, disamping itu semen merah juga lazim dipakai untuk penambahan campuran berbentuk mortar/spesi (campuran bahan pengikat, pasir halus dan air). (Ranian, 1996).

Berdasarkan pengetahuan yang didapat dari beberapa sumber ternyata semen merah mengandung unsur Silika (SiO_2) yang cukup besar, Silika (SiO_2) mempunyai manfaat positif terhadap campuran pembuatan bata beton untuk pasangan dinding yaitu sebagai pengikat.

Atas dasar pertimbangan tersebut, dan juga dilihat dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya bahwa bata merah sebagai semen merah dapat digunakan sebagai bahan substitusi dan juga karena belum ada penelitian mengenai pensubstitusian semen merah pada bata beton berlubang, maka dilakukan penelitian mengenai bata beton berlubang untuk pasangan dinding (batako) dengan substitusi semen merah. Dengan komposisi pensubstitusian semen merah sebesar 0%, 20%, 22,5%, 25% dan 27,5% terhadap berat semen, komposisi ini didapatkan dari hasil rata-rata nilai optimum pensubstitusian semen merah pada penelitian sebelumnya,

diharapkan akan diperoleh campuran yang menghasilkan bata beton berlubang yang sesuai dengan syarat mutu SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding. Pemeriksaan bata beton berlubang untuk pasangan dinding meliputi pemeriksaan sifat fisik (pandangan luar, ukuran, luas lubang, volume lubang, penyerapan air) dan sifat mekanik (kuat tekan).

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Apakah limbah bata merah sebagai semen merah dapat menggantikan sebagian semen Portland?
2. Apakah semen merah dapat digunakan sebagai bahan substitusi pada bata beton berlubang untuk pasangan dinding?
3. Berapakah persentase optimal pensubstitusian semen merah yang dapat digunakan sebagai bahan substitusi sebagian semen Portland agar didapat bata beton berlubang untuk pasangan dinding yang sesuai dengan SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding?
4. Apakah bata beton berlubang untuk pasangan dinding dengan bahan substitusi semen merah sebesar 0%, 20%, 22,5%, 25% dan 27,5% terhadap berat semen memenuhi persyaratan mutu bata beton berlubang untuk pasangan dinding berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding?

1.3. Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu adanya pembatasan masalah yang akan dibahas yaitu:

1. Bahan substitusi yang digunakan pada penelitian ini dalam pembuatan bata beton berlubang untuk pasangan dinding adalah semen merah.
2. Penggunaan semen merah dengan persentase 0%, 20%, 22,5%, 25% dan 27,5% sebagai bahan substitusi semen pada campuran bata beton berlubang untuk pasangan dinding.
3. Standar acuan yang digunakan adalah SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding untuk pemeriksaan sifat fisik (pandangan luar, ukuran, luas lubang, volume lubang, penyerapan air) dan sifat mekanik (kuat tekan).

1.4. Perumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan masalah di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut: Apakah bata beton berlubang untuk pasangan dinding dengan semen merah sebagai bahan substitusi semen dengan persentase 0%, 20%, 22,5%, 25% dan 27,5% dari berat semen dapat memenuhi syarat mutu SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding.

1.5. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat berguna bagi industri kecil pembuatan bata beton berlubang sebagai sumbangan pemikiran mengenai manfaat

limbah bata merah sebagai semen merah untuk bahan pengganti sebagian semen, untuk masyarakat mencari alternatif lain yang memungkinkan dapat digunakan sebagai bahan material, disamping itu juga sebagai wawasan keilmuan bagi mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta dalam pembuatan bata beton berlubang untuk pasangan dinding.

BAB II

KERANGKA TEORI

2.1. Kerangka Teoretis

2.1.1. Bata Beton

2.1.1.1. Definisi dan Pengertian

Bata Beton adalah suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari campuran bahan perekat hidrolis atau jenisnya, ditambah agregat dan air, dengan atau tanpa bahan tambah lainnya yang tidak merugikan sifat bata beton itu. Dalam pengertian ini, maka bata beton mencakup jenis-jenis bata bangunan yang terbuat dari tanah stabilisasi kapur atau semen (*lime stabilized briek or soil cement brick*), bata kapur-tras, dan atau bata-bata semen Portland + pasir (*aggregate*). (SII.0285-80)

Menurut Standar Nasional Indonesia tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding (SNI 03-0349-1989), Bata beton adalah suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen Portland, air dan agregat; yang digunakan untuk pasangan dinding. Bata beton dibedakan menjadi bata beton pejal dan bata beton berlubang.

- a. Bata beton pejal adalah bata yang memiliki penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya.

b. Bata beton berlubang adalah bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume bata seluruhnya.

Pada penggunaannya bata beton pejal biasanya untuk dinding pemikul sedangkan untuk dinding pemisah umumnya digunakan bata beton berlubang pada bagian tengahnya. Bata beton yang akan dibuat pada penelitian ini adalah bata beton berlubang untuk pasangan dinding yang biasa disebut batako.

2.1.1.2. Bahan Penyusun Bata Beton

Bahan penyusun untuk pembuatan bata beton terdiri dari semen Portland, agregat halus dan air.

1. Semen (*Portland Cement*)

Semen adalah sebagai perekat sehingga butiran-butiran pasir saling mengikat dan diperoleh suatu massa yang keras, kuat serta tidak hancur jika direndam di dalam air. (Mulyono, 2004)

Menurut I.K. Supribadi (1986) *Portland Cement* adalah suatu bahan pengikat hidrolis (dapat mengeras atau membatu jika dicampur air), yang berupa butiran yang sangat halus berwarna abu-abu atau coklat abu, maupun abu-abu kehijau-hijauan yang terdiri dari kristal-kristal silikat, kalsium dan aluminium.

Semen Portland pada pembuatan bata beton untuk pasangan dinding ini berfungsi sebagai bahan perekat apabila pasir dan semen dicampur dan ditambahkan air secukupnya maka butiran tersebut saling

mengikat, mempunyai kekuatan yang tinggi dan tidak larut bila direndam dalam air.

2. Agregat Halus

Agregat halus atau pasir adalah pasir alam hasil desintegrasi alami atau pasir alam hasil desintegrasi alami atau pasir buatan yang dihasilkan oleh pemecahan batu dan mempunyai ukuran butir-butir antara 0,075 mm sampai dengan 5 mm. (Randing, 1994)

Agregat Halus merupakan salah satu unsur penting dalam pembuatan adukan dan beton karena beberapa fungsi yang dimiliki, diantaranya adalah untuk menambah kekuatan, mengurangi penyusutan dan mengurangi pemakaian bahan pengikat.

Menurut SNI 03-6861.1-2002, Bagian 6 : Spesifikasi Agregat Sebagai Bahan Bangunan, agregat halus sebagai bahan pengisi pada adukan atau mortar mempunyai standar dan persyaratan sebagai berikut:

- a. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras, dengan indeks kekerasan $\leq 2,2$;
- b. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan;
- c. Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:
 - (i) Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 13%

- (ii) Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%;
- d. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,060 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5%, maka agregat harus dicuci;
- e. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Herder. Untuk itu bila direndam dalam larutan 3% NaOH, cairan diatas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding. Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci hingga bersih dengan air, pada umur yang sama;
- f. Susunan besar butir agregat halus mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 – 3,8 dan harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu dalam daerah susunan butir menurut zone: 1, 2, 3, atau 4 (SKBI/BS.882) dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
 - (i) Sisa diatas ayakan 4,8 mm, harus maksimum 2% berat;
 - (ii) Sisa diatas ayakan 1,2 mm, harus minimum 10% berat;

- (iii) Sisa diatas ayakan 0,30 mm, harus minimum 15%;
- g. Untuk beton dengan tingkat keawetan yang tinggi, reaksi pasir terhadap alkali harus negatif;
- h. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui;
- i. Agregat halus yang digunakan untuk maksud spesi plesteran dan spesi terapan harus memenuhi persyaratan diatas (pasir pasang).

3. Air

Fungsi air yang paling penting dalam adukan yaitu sebagai bahan baku yang mengakibatkan proses kimia sehingga semen bereaksi dan kemudian mengeras. Air yang dimaksud disini adalah air sebagai bahan yang digunakan dalam pembuatan dan perawatan beton, pemadatan kapur, adukan pasangan dan adukan plesteran. (SNI 03-6861.1-2002)

Menurut SNI 03-6861.1-2002, Bagian 4 : Spesifikasi Air Sebagai Bahan Bangunan, persyaratan air sebagai bahan bangunan, sesuai dengan penggunaannya harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. Air harus bersih;
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual;
- c. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter
- d. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15

- gram/liter. Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 p.p.m dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 p.p.m sebagai SO₃;
- e. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan dan beton yang memakai air suling, maka penurunan kekuatan adukan dan beton yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%;
 - f. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya;
 - g. Khusus beton pratekan, kecuali syarat-syarat tersebut diatas air tidak boleh mengandung Chlorida lebih dari 50 p.p.m.

2.1.2. Syarat Mutu Bata Beton (SNI 03-0349-1989)

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding ada tiga syarat mutu bata beton, yaitu:

a. Pandangan Luar

Bidang permukaannya harus tidak cacat. Bentuk permukaan lain yang didesain, diperbolehkan. Rusuk-rusuknya siku satu terhadap yang lain, dan sudut rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan.

b. Ukuran dan Toleransi

Ukuran bata beton harus sesuai dengan tabel 2.1

Tabel 2.1 Ukuran Bata Beton

Jenis	Ukuran (mm)			Tebal dinding sekatan lobang minimum	
	Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dalam
1. Pejal	390 + 3 - 5	90 ± 2	100 ± 2	-	-
2. Berlubang	390 + 3 - 5	190 + 3 - 5	100 ± 2	20	15
a. Kecil					
b. Besar	390 + 3 - 5	190 + 3 - 5	200 ± 2	25	20

Sumber : SNI 03-0349-1989, Badan Standardisasi Nasional, Bata Beton Untuk Pasangan Dinding

c. Kuat tekan dan Penyerapan Air

Kuat tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Penentuan kuat tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan. (Mulyono, 2004)

Kuat tekan benda uji di hitung dengan membagi beban maksimum pada waktu benda uji hancur, dengan luas bidang tekan, dinyatakan dalam kg/cm^2 .

$$\text{Rumus Kuat tekan : } \sigma = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

σ = Kuat tekan (kg/cm^2)

P = Beban tekan maksimum (kg)

A = Luas penampang (cm^2)

Daya serap air adalah persentase berat air yang mampu diserap oleh beton. Persentase penyerapan air tersebut dihitung dengan rumus:

$$\text{Rumus penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100 \%$$

Keterangan :

A = Bata beton berlubang dalam keadaan basah

B = Bata beton berlubang dalam keadaan kering

Bata beton harus memenuhi syarat-syarat mutu kuat tekan dan penyerapan air sesuai dengan tabel 2.2

Tabel 2.2 Syarat-syarat mutu kuat tekan dan penyerapan air bata beton menurut SNI 03-0349-1989

Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu bata beton pejal				Tingkat mutu bata beton berlubang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto rata-rata minimum	kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35	20
2. Kuat tekan bruto masing-masing benda uji	kg/cm ²	90	65	35	21	65	45	30	17
3. Penyerapan air rata-rata, maksimum	%	25	35	-	-	25	35	-	-

Sumber : SNI 03-0349-1989, Badan Standardisasi Nasional, Bata Beton Untuk Pasangan Dinding

* Keterangan : Kuat tekan bruto adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda coba pecah, dibagi dengan luas ukuran nyata dari bata termasuk luas lubang serta cekungan tepi.

2.1.3. Semen Merah

2.1.3.1. Definisi dan Pengertian

Menurut Peraturan Tras dan Semen Merah Indonesia (1979), Semen merah adalah suatu bahan yang didapat dengan menggiling halus

bata merah, genting dan barang-barang bakaran tanah liat lainnya, yang mempunyai sifat-sifat seperti tras.

Semen merah adalah termasuk bahan tambahan/aditif (*additive*) yang juga disebut bahan pozzolan (buatan) yang diperoleh dari pembubukan bata merah. Di Pulau Jawa semen merah umum diperdagangkan dan mudah diperoleh serta relatif murah dibandingkan dengan portland semen, disamping itu semen merah juga lazim dipakai untuk penambahan campuran berbentuk mortar/spesi (campuran bahan pengikat, pasir halus dan air). (Ranian, 1996)

Semen merah pada penelitian didapat dari bata merah yang digiling/dihaluskan lalu diayak sesuai dengan ketentuan yang berlaku, bata merah yang dihaluskan harus melewati ayakan 0,075 mm (No. 200) sehingga kehalusan semen merah dapat dibuat butiran yang relatif sama dengan ukuran butir semen.

2.1.3.2. Komposisi Unsur Kimia pada Semen Merah

Pensubstitusian semen merah akan menambah sifat pozzolanisasi. Hasil analisa terhadap komposisi kimia dari semen merah didominasi Silika (SiO_2) dan Alumina (Al_2O_3). Komposisi kimia semen merah dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Komposisi Kimia Semen Merah

Komposisi Kimia	Persentase
SiO ₂	58,95
Al ₂ O ₃	12,72
Fe ₂ O ₃	4,82
CaO	10,13
MgO	1,4
Na ₂ O	0,72
K ₂ O	0,78
MnO	0,07
TiO ₂	0,41
P ₂ O ₅	0,21
H ₂ O	0,89
HD	0,27

HD = Hilang pijar pada pembakaran suhu 900° C

Sumber : Lashari, Pengaruh Campuran Kapur dan Bubuk Bata Merah Pada Sifat Mekanis Tanah Lempung Grobogan. (Yogyakarta : Universitas Gajah Mada, 2000)

Dari hasil pemeriksaan komposisi bahan kimia didapatkan bahwa bata merah mengandung Silika (SiO₂) yang cukup besar. Silika (SiO₂) merupakan senyawa kimia yang dapat meninggalkan daya lekat antara mortar dan agregat didalam campuran beton. Adapun komposisi kimiawi bata merah komposisi kimiawi bata merah di Pulau Jawa dan Artificial Puzzolanas dari luar dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Data Komposisi Kimiawi Bata Merah di Pulau Jawa dan Artificial Puzzolanas dari Luar Negeri

Unsur yang dijumpai	Penelitian sebuah sumber jenis bata merah		Penelitian jenis bata merah dan sumber yang lain	Artificial puzzolanas, kutipan dari Tobing, M.E.	
	Peneliti I Schalkwijk	Peneliti II Pennink	Peneliti III Michaelis	Burnt Clay Sumber I	Burnt Clay Sumber II
Asam Kersik (SiO ₂)	52,35%	42,84%	40,402%	58,2%	60,2%
Tanah Tawas (Al ₂ O ₃)	22,52%	14,38%	15,521%	18,4%	17,7%
Oksid Besi (Fe ₂ O ₃)	10,55%	4,84%	5,186%	9,3%	7,6%
Oksid Mangan (MnO)	-	-	sedikit sekali	-	-
Kapur (CaO)	2,39%	16,98%	17,615%	3,3%	2,7%
Magnesia (MgO)	1,45%	1,64%	1,512%	3,9%	2,5%
Kalium (K ₂ O)	-	-	1,093%	-	-
Natrium Oksid (Na ₂ O)	1,02%	0,56%	0,294%	3,9%	4,2%
Asam Belerang (SO ₂)	-	-	0,180%	1,1%	2,5%
Kerugian pijar asam arang, zat organis (Air terikat secara kimia)	9,72%	18,76%	18,809%	1,6%	1,3%

Sumber : Cut Ranian, Pengaruh Aditif Semen Merah Menggantikan Sebagian Portland Cement Terhadap Kuat Tekan Beton. (Banda Aceh : Universitas Syiah Kuala, 1996)

2.2. Penelitian Relevan

Terdapat beberapa penelitian yang relevan mengenai semen merah dengan penelitian ini, diantaranya adalah:

1. Penelitian Cut Ranian (1995-1996) yang berjudul “Pengaruh Aditif Semen Merah Menggantikan Sebagian Portland Cement Terhadap Kuat Tekan Beton”. Dari penelitian ini dihasilkan pensubstitusian semen merah untuk menggantikan *Portland Cement* sampai batas 30% dapat menghasilkan bahan bangunan beton yang baik dengan perawatan benda uji di dalam air tawar dan air asin. Menghasilkan kuat tekan 110 kg/cm^2 untuk umur 4 minggu dan 130 kg/cm^2 untuk umur 8 minggu.
2. Penelitian Ahmad Hasyim (1999) yang berjudul “Studi Semen Merah Sebagai Pengganti Sebagian Portland Semen Terhadap Kuat Lentur Genteng Beton”. Dari penelitian ini dihasilkan nilai kuat tekan lentur genteng beton yang menggunakan tambahan semen merah dari berat semennya secara signifikan tidak lebih tinggi dari nilai kuat lentur genteng beton tanpa menggunakan semen merah. Untuk mengetahui perbedaan perembesan genteng beton telah dihitung berdasarkan persentase rembesan. Untuk substitusi 5% sampai dengan 20% genteng beton mengalami perembesan, tetapi tidak menetes, sedangkan untuk persentase 30% genteng beton melakukan perembesan dan menetes. Kesimpulannya, semen merah dapat digunakan untuk pembuatan genteng beton tetapi untuk genteng beton tingkatan mutu II.
3. Penelitian Slamet Widodo (2004) yang berjudul “Optimalisasi Kuat Tekan *Self-Compacting Concrete* dengan cara *Trial-Mix* Komposisi Agregat dan *Filler* Pada Campuran adukan Beton”. Dari penelitian ini dihasilkan pemanfaatan semen merah atau serbuk bata merah sebagai

filler pada SSC dapat meningkatkan kuat tekan beton, dimana takaran substitusi semen yang optimum dicapai pada penggunaan serbuk bata merah sebesar 10% yang ditunjukkan dengan besarnya kuat tekan pada umur 28 hari adalah 54,14 MPa.

4. Penelitian Anita (2006) yang berjudul “Pengaruh Semen Merah Sebagai pengganti Sebagian Semen Pada Pasangan Bata Material Tembok Terhadap Kuat Lekat dan Kuat Tekan Untuk Bangunan Sederhana”. Dilakukan penelitian pembuatan mortar dengan campuran semen merah sebagai bahan substitusi sebesar 10%. Dari penelitian ini dihasilkan kuat tekan mortar, kuat tekan pasangan bata, dan kuat lekat bata yang hampir sama dengan campuran standar, sehingga semen merah dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen.
5. Penelitian Aldi Sukma (2007) yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Bata Merah Sebagai Semen Merah Untuk Pembuatan Paving Block Berdasarkan SNI”. Dari penelitian ini dihasilkan penggunaan limbah bata merah sebagai semen merah untuk pengganti sebagian semen dengan persentase 0%, 5%, 10% dan 15% dapat menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dari kuat tekan *paving block* standar mutu C yaitu 15 MPa yang digunakan untuk pejalan kaki (trotoar), sedangkan penggunaan limbah bata merah sebagai semen merah untuk pengganti sebagian semen dengan persentase 20% dapat menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dari kuat tekan *paving block* standar mutu D yaitu 10 MPa dapat dipergunakan untuk taman.

2.3. Kerangka Berpikir

Bata beton berlubang atau batako merupakan suatu jenis bahan bangunan yang digunakan sebagai pemisah dinding yang terbuat dari campuran bahan perekat hidrolis ditambah dengan agregat halus dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya, kemudian dicetak dan dipress. Untuk mengurangi permintaan semen yang terlalu tinggi, maka dilakukan dengan mengganti sebagian (substitusi) semen. Hal ini dilakukan dengan mengurangi jumlah semen dan mengganti sebagian semen dengan bahan pengganti dimana bahan pengganti tersebut mempunyai fungsi yang sama dengan semen yaitu sebagai bahan pengikat dalam campuran.

Semen merah dapat digunakan sebagai bahan tambah/pengganti sebagian semen, karena mengandung unsur Silika (SiO_2) yang cukup besar, Silika (SiO_2) mempunyai manfaat positif terhadap campuran bata beton berlubang yaitu sebagai pengikat. Silika (SiO_2) merupakan senyawa kimia yang dapat meninggalkan daya lekat didalam campuran beton. Pensubstitusian semen merah akan menambah sifat pozolanisasi. Sifat pozolanisasi adalah sifat yang dimiliki bahan-bahan yang mengandung senyawa Silika (SiO_2) dan Alumina (Al_2O_3) dimana bahan pozzolan itu sendiri tidak mempunyai sifat seperti semen, namun apabila bahan tersebut digiling dengan halus dan dicampur dengan semen dan kemudian bereaksi dengan air, maka senyawa-senyawa tersebut akan bereaksi secara kimiawi dengan Kalsium hidroksida (senyawa hasil reaksi antara semen dan air) pada suhu kamar membentuk senyawa

Kalsium Aluminat hidrat yang mempunyai sifat seperti semen. (Neville, 1998)

Semen merah diketahui mengandung Silika (SiO_2) sebesar 58,95% yang dapat memberikan nilai tambah terhadap bata beton berlubang tersebut, khususnya untuk meningkatkan kuat tekan bata beton untuk pasangan dinding yang sesuai dengan SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding dan mengoptimalkan harga bata beton berlubang yang lebih ekonomis. Pemeriksaan bata beton berlubang untuk pasangan dinding meliputi pemeriksaan sifat fisik (pandangan luar, ukuran, luas lubang, volume lubang, penyerapan air) dan sifat mekanik (kuat tekan) yang mengacu pada SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding. Berdasarkan penelitian relevan diatas, maka persentase substitusi semen merah untuk bata beton berlubang yang digunakan yaitu 0%, 20%, 22,5%, 25% dan 27,5% dari berat semen.

2.4. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka berpikir diatas, diharapkan perbedaan persentase pensubstitusian semen merah terhadap berat semen dapat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik bata beton berlubang. Penelitian ini tidak ada pengujian hipotesisnya karena penelitian ini akan dibahas secara deskriptif.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah bata beton berlubang dengan limbah bata merah sebagai semen merah untuk bahan pengganti sebagian semen dengan persentase 0%, 20%, 22,5%, 25% dan 27,5% dari berat semen dapat memenuhi syarat mutu SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding yang meliputi pemeriksaan sifat fisik (pandangan luar, ukuran, luas lubang, volume lubang, penyerapan air) dan sifat mekanik (kuat tekan) yang telah disyaratkan.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Pembuatan bata beton berlubang ini dilaksanakan di pabrik batako di Bojongsari, Depok. Sedangkan pemeriksaan sifat fisik (pandangan luar, ukuran, luas lubang, volume lubang, penyerapan air) dan sifat mekanik (kuat tekan) di Laboratorium Penelitian Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta yang bertempat di jalan Rawamangun Muka, Jakarta Timur. Adapun waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober – November 2012.

3.3. Metode Penelitian

Berdasarkan tujuan di atas, maka metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen di laboratorium dengan benda uji bata beton berlubang yang menggunakan bahan substitusi semen merah

sebesar 0%, 20%, 22,5%, 25% dan 27,5% terhadap berat semen Portland dengan penarikan kesimpulan melalui pendekatan deskriptif.

3.4. Teknik Pengambilan Sampel

3.4.1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah benda uji bata beton berlubang yang menggunakan bahan substitusi semen merah sebesar 0%, 20%, 22,5%, 25% dan 27,5% dengan ukuran 40 cm x 9 cm x 18 cm dengan jumlah keseluruhan 55 bata beton berlubang.

3.4.2. Sampel

Sampel yang akan diuji dalam penelitian ini sebanyak 50 buah bata beton berlubang. Sampel untuk masing-masing persentase sebanyak 10 buah bata beton berlubang. Sampel bata beton berlubang dinding masing-masing persentase untuk pemeriksaan sifat fisik dan mekanik disajikan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Sampel bata beton berlubang dinding masing-masing persentase untuk pemeriksaan sifat fisik dan mekanik

Nama Pemeriksaan	Jumlah bata beton berlubang yang dibutuhkan
Pandangan luar	5 buah bata beton berlubang untuk pemeriksaan sifat fisik
Ukuran	
Penyerapan Air	
Kuat Tekan	5 buah bata beton berlubang untuk pemeriksaan sifat mekanik
Jumlah sampel	10 buah bata beton berlubang untuk masing-masing persentase

3.5. Bahan dan Alat

3.5.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Semen merah

Semen merah yang digunakan pada penelitian ini didapat dari bata merah yang dihaluskan lalu diayak dengan ayakan 0,075 mm (No. 200).

2. Pasir

Pasir yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir yang diambil dari pabrik pembuatan bata baton berlubang yang sudah melalui tahap pemeriksaan kadar lumpur, kadar air, kandungan zat organik, analisa saringan pasir. Jenis pasir yang digunakan adalah pasir abu batu.

3. Semen

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen tipe I yang kondisinya masih baik yang digunakan di pabrik pembuatan bata beton berlubang.

4. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini adalah air PAM yang digunakan di pabrik pembuatan bata beton berlubang.

3.5.2 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Cetakan bata beton berlubang dengan ukuran bata beton berlubang 40 cm x 9 cm x 18 cm

2. Seperangkat alat pemeriksaan kadar lumpur pasir
3. Seperangkat alat pemeriksaan kandungan zat organik pasir
4. Seperangkat alat pemeriksaan kadar air pasir
5. Seperangkat alat pemeriksaan analisa saringan pasir
6. Mesin uji tekan
7. Caliper/mistar sorong, dengan ketelitian 1 mm
8. Penggaris siku
9. Timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 gram
10. Timbangan dengan ketelitian 1 gram
11. Oven pengering suhu $105 \pm 5 \text{ C}^0$
12. Bejana
13. Ember

3.6. Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

3.6.1 Persiapan bahan baku

Proses persiapan bahan baku untuk pembuatan benda uji meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Pembuatan bahan substitusi

Bahan substitusi pada penelitian ini berupa bata merah yang digiling/dihaluskan lalu diayak sesuai dengan ketentuan yang berlaku, bata merah yang dihaluskan kemudian diayak dan harus melewati

ayakan 0,075 mm (No. 200) sehingga kehalusan semen merah dapat dibuat butiran yang relatif sama dengan ukuran butir semen.

2. Pemeriksaan semen

Untuk semen tidak dilakukan pengujian karena sudah memenuhi syarat semen Portland. Pada penelitian ini digunakan semen tipe I.

3. Pemeriksaan agregat halus (pasir)

Pasir yang digunakan adalah pasir yang diperoleh dari pabrik pembuatan batako, kemudian dibawa ke Laboratorium Penelitian Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta untuk dilakukan pengujian kadar lumpur, kadar air, kandungan zat organik, dan analisa saringan sesuai SNI.

4. Pemeriksaan air

Air juga tidak dilakukan pemeriksaan karena air yang digunakan adalah air PAM yang memenuhi persyaratan.

3.6.2 Proses pembuatan benda uji

Benda uji dibuat secara manual, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan semua bahan dan alat yang diperlukan seperti : pasir, semen, bahan substitusi, timbangan, cetakan bata beton berlubang (batako) dan alat untuk memadatkan bata beton berlubang (batako).
2. Timbang semen, pasir dan semen merah. Dengan perbandingan 1 PC (Portland Cement) : 6 PS (Pasir), semen merah (SM) disini sebagai bahan substitusi, maka perbandingannya menjadi:

- a. Kelompok bata beton berlubang I,
Semen Merah (SM) disubstitusikan sebanyak 0%, maka perbandingan komposisinya menjadi (100% pc + 0% sm) : 6 ps.
 - b. Kelompok bata beton berlubang II,
Semen Merah (SM) disubstitusikan sebanyak 20%, maka perbandingan komposisinya menjadi (80% pc + 20% sm) : 6 ps.
 - c. Kelompok bata beton berlubang III,
Semen Merah (SM) disubstitusikan sebanyak 22,5%, maka perbandingan komposisinya menjadi (77,5% pc + 22,5% sm) : 6 ps.
 - d. Kelompok bata beton berlubang IV,
Semen Merah (SM) disubstitusikan sebanyak 25%, maka perbandingan komposisinya menjadi (75% pc + 25% sm) : 6 ps.
 - e. Kelompok bata beton berlubang V,
Semen Merah (SM) disubstitusikan sebanyak 27,5%, maka perbandingan komposisinya menjadi (72,5% pc + 27,5% sm) : 6 ps.
3. Campurkan bahan masing-masing perbandingan persentase semen merah, (100% pc + 0% sm) : 6 ps ; (80% pc + 20% sm) : 6 ps; (77,5% pc + 22,5% sm) : 6 ps; (75% pc + 25% sm) : 6 ps; (72,5% pc + 27,5% sm) : 6 ps, aduk semua bahan sampai rata.
 4. Tambahkan air secukupnya hingga adukan homogen.
 5. Masukkan adonan bata beton berlubang ke dalam cetakan bata beton lalu ditumbuk hingga padat. Setelah padat adukan tersebut ditekan.

6. Cetakan dilepas dan benda uji diletakkan ditempat yang sejuk dan terlindung dari sinar matahari langsung selama satu hari.
7. Kemudian benda uji dibawa ke Laboratorium Penelitian Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta untuk proses perendaman. Untuk pengujian penyerapan air benda uji direndam selama 24 jam, sedangkan untuk pengujian kuat tekan benda uji direndam selama selama 28 hari.

3.6.3 Pengujian benda uji

Pada penelitian ini dilakukan pengujian di Laboratorium Penelitian Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta yang bertempat di jalan Rawamangun Muka, Jakarta Timur. Adapun cara pemeriksaan yang dilakukan adalah :

1. Pandangan luar

Pandangan luar dinyatakan dengan bidang permukaannya harus tidak cacat. Bentuk permukaan lain yang didesain, diperbolehkan. Rusuk-rusuknya siku satu terhadap yang lain dan sudut rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan.

Untuk mengetahui bidang permukaan bata beton berlubang untuk pasangan dinding cacat atau tidak dilakukan secara visual tanpa bantuan alat. Hasil pengamatan tiap benda uji bata beton berlubang untuk pasangan dinding dinyatakan dengan cacat atau tidak cacat.

Untuk mengetahui rusuk-rusuk bata beton berlubang untuk pasangan dinding siku atau tidak dilakukan dengan menggunakan penggaris

siku. Hasil pengamatan tiap benda uji bata beton berlubang untuk pasangan dinding dinyatakan dengan siku atau tidak siku.

Untuk mengetahui rusuk-rusuk bata beton berlubang untuk pasangan dinding mudah atau tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan dilakukan dengan menekan rusuk-rusuk benda uji dengan tangan. Hasil pengamatan tiap benda uji bata beton berlubang untuk pasangan dinding dinyatakan dengan mudah atau tidak mudah.

2. Pemeriksaan ukuran

Untuk mengetahui ukuran contoh, dipakai 5 (lima) buah benda uji yang utuh. Sebagai alat pengukur dipakai caliper atau mistar sorong yang dapat mengukur teliti sampai 1 mm. Setiap pengukuran panjang, lebar, tebal bata beton berlubang untuk pasangan dinding, dilakukan paling sedikit 3 (tiga) kali pada tempat yang berbeda-beda, kemudian dihitungkan rata-rata dari ketiga pengukuran tersebut.

Dari hasil pengukuran 5 (lima) buah benda uji, dilaporkan mengenai ukuran rata-rata dan penyimpangannya.

3. Pengukuran Lubang

a. Pengukuran luas lubang

Untuk lubang atau cekungan tepi yang berbentuk segi empat atau segi banyak dan atau lingkaran beraturan, pengukuran penampang lubang pada permukaan bata beton dapat dilakukan

dengan alat pengukur caliper atau mistar sorong, jangka atau mistar sampai ketelitian 1 mm.

Apabila bentuk lubangnya tidak beraturan, pengukuran dapat dilakukan dengan membuat gambaran bentuk lubang itu pada kertas, kemudian pengukuran luas dilakukan dengan alat pengukur luas planimeter. Jumlah luas dari seluruh lubang dihitung dalam persen terhadap luas bruto dari bidang bata beton yang berlubang itu.

b. Pengukuran volume lubang

Bahan bantu untuk mengukur volume lubang adalah pasir bersih dengan susunan butir tertentu (dapat dibuat sekehendak asal susunan butirnya tetap) yang kering pada suhu 105 °C. Tekanan berat volume dari pasir ini dengan cara pengisian gembur (tidak dikocok atau dipadatkan).

Cara pengukuran volume lubang adalah menggunakan bejana yang berisi pasir kering untuk mengisi pasir itu kedalam lubang bata beton berlubang yang akan diukur. Isi lubang-lubang bata beton berlubang untuk pasangan dinding itu dengan pasir secara hati-hati, dengan menuangkan pasir dari bejana, seperti menuangkan air kedalam lubang itu sampai penuh. Setelah penuh, ratakan permukaan pasir itu setara permukaan bataton dinding. Kemudian bersihkan dengan sikat halus, bila kemungkinan ada butir pasir yang tertinggal atau melekat pada permukaan bata beton

berlubang untuk pasangan dinding diluar garis batas lubangnya. Tumpahkan pasir yang ada didalam lubang itu, dengan menampungnya diatas wadah dan jangan sampai ada pasir yang tercecer. Timbang berat pasir yang mengisi lubang tadi.

Lakukan cara ini 3 (tiga) kali berturut-turut dan hitung berat rata-ratanya dari 3 (tiga) kali pengukuran sehingga dapat diketahui berat pasir yang diperlukan untuk mengisi lubang (A). Tentukan terpisah berat 1 (satu) dm^3 pasir tadi dalam keadaan gembur (B), sehingga didapat volume lubang $\frac{A}{B}$ (dm^3). Hitung volume ini terhadap volume bruto bata beton berlubang untuk pasangan dinding dalam % (persen) dan lakukanlah penentuan ini terhadap paling sedikit 3 (tiga) benda uji.

4. Penyerapan air

Untuk pemeriksaan penyerapan air, dipakai 5 (lima) buah benda uji dalam keadaan utuh dengan menggunakan peralatan yaitu, timbangan yang dapat menimbang teliti sampai 0,5 % dari berat contoh dan dapur pengering (oven) yang dapat mencapai suhu 105 ± 5 °C.

Benda uji seutuhnya direndam dalam air bersih yang bersuhu ruangan, selama 24 (dua puluh empat) jam. Kemudian benda uji diangkat dari rendaman dan air sisanya dibiarkan meniris kurang lebih 1 (satu) menit, lalu permukaan bidang benda uji diseka dengan kain lembab, agar air yang berlebihan yang masih melekat dibidang

permukaan benda uji terserap kain lembab itu. Benda uji kemudian ditimbang (A). Setelah itu benda uji dikeringkan didalam dapur pengering (oven) pada suhu 105 ± 5 °C sampai beratnya pada 2 (dua) kali penimbangan tidak berbeda lebih dari 2 % dari penimbangan yang terdahulu (B). Selisih penimbangan dalam keadaan basah (A) dan dalam keadaan kering (B) adalah jumlah penyerapan air dan harus dihitung berdasarkan persen berat benda uji kering.

$$\text{Rumus penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100 \%$$

Keterangan :

A = Bata beton berlubang dalam keadaan basah

B = Bata beton berlubang dalam keadaan kering

5. Pemeriksaan kuat tekan

Untuk pemeriksaan kuat tekan dipakai 5 (lima) buah benda uji.

Langkah-langkah pemeriksaan kuat tekan adalah sebagai berikut :

a. Meratakan atau menerap bidang tekan

Sebelum pengujian kuat tekan, bidang tekan batako diratakan/diterap terlebih dahulu. Bahan penerapan dibuat dari adukan 1 (satu) bagian semen portland ditambah 1 atau 2 (satu atau dua) bagian pasir halus lolos ayakan 0,3 mm. Pemakaian bahan penerap lain, diperbolehkan asalkan kekuatannya sama atau lebih tinggi dari kuat tekan bata beton berlubang untuk pasangan dinding. Bidang tekan benda uji (2 bagian) diterap dengan aduk semen sedemikian rupa sehingga terdapat bidang yang rata dan

sejajar satu dengan lainnya. Tebal lapisan merata atau penerap kurang lebih 3 mm. Benda coba ditentukan kuat tekannya apabila pengerasan lapisan penerap sedikitnya telah berumur 3 hari.

b. Penentuan kuat tekan

Kuat tekan dilakukan apabila pengerasan lapisan penerap sedikitnya telah berumur 3 hari. Benda uji yang telah siap, diletakkan pada mesin tekan yang dapat diatur kecepatan penekanannya antara 2 sampai 4 kg/cm² per-detik. kemudian benda uji ditekan hingga jarum berhenti. Lalu hasil beban tekan tadi di catat masing masing untuk setiap benda uji dan juga nilai rata-rata dari 5 (lima) benda uji. Kuat tekan benda uji di hitung dengan membagi beban maksimum pada waktu benda uji hancur, dengan luas bidang tekan, dinyatakan dalam kg/cm².

$$\text{Rumus Kuat tekan : } \sigma = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

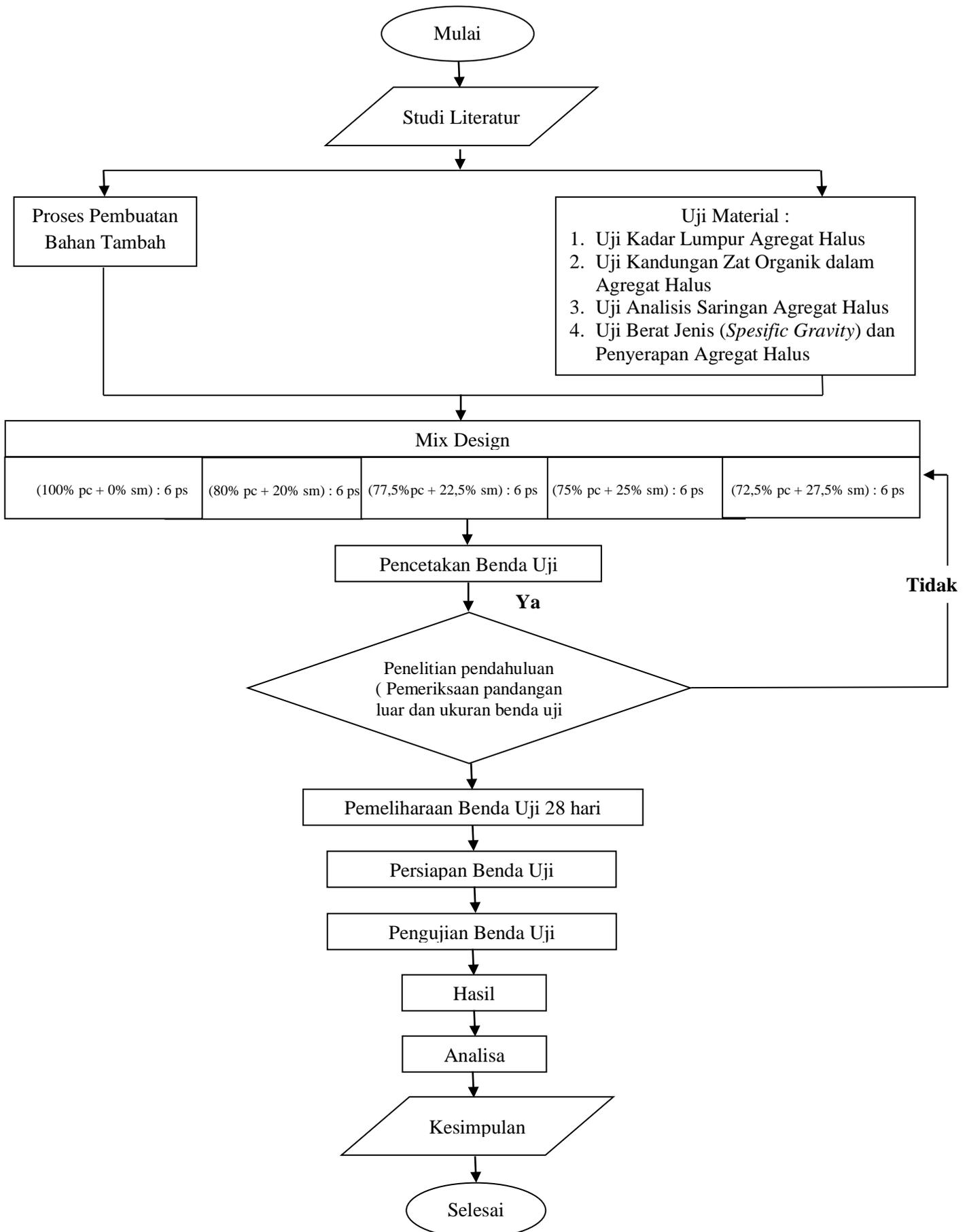
σ	= Kuat tekan (kg/cm ²)
P	= Beban tekan maksimum (kg)
A	= Luas penampang (cm ²)

3.7. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini diambil dari hasil pengujian dengan melakukan pemeriksaan sifat fisik (pandangan luar, ukuran, luas lubang, volume lubang, penyerapan air) dan sifat mekanik (kuat tekan).

3.8. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dihasilkan melalui pemeriksaan sifat fisik (pandangan luar, ukuran, luas lubang, volume lubang, penyerapan air) dan sifat mekanik (kuat tekan) yang dilakukan di laboratorium. Hasil pengolahan data dihitung dan dirata-ratakan dengan menggunakan analisa statistik sederhana lalu dibuat dalam bentuk diagram batang, kemudian hasil penelitian disimpulkan dan dibahas secara deskriptif.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1. Deskripsi Data

Pemeriksaan mutu bata beton berlubang untuk pasangan dinding dengan pensubstitusian semen merah terhadap berat semen meliputi pemeriksaan sifat fisik (pandangan luar, ukuran, luas lubang, volume lubang, penyerapan air) dan sifat mekanik (kuat tekan). Sebelum dilakukan pemeriksaan, masing-masing benda uji diberi tanda untuk membedakan persentase pensubstitusian semen merah pada benda uji dengan simbol A, B, C, D dan E. Sampel benda uji dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Sampel Benda Uji

No	Kelompok	Persentase pensubstitusian Semen Merah	Komposisi Perbandingan Campuran 1 PC : 6 PS	Jumlah sampel tiap kelompok
1	A	0%	(100% PC + 0% SM) : 6 PS	10
2	B	20%	(80% PC + 20% SM) : 6 PS	10
3	C	22,5%	(77,5% PC + 22,5% SM) : 6 PS	10
4	D	25%	(75% PC + 25% SM) : 6 PS	10
5	E	27,5%	(72,5% PC + 27,5% SM) : 6 PS	10
Total Jumlah Sampel				50

Keterangan :

PC = Portland Cement

SM = Semen Merah

PS = Pasir

4.2. Hasil Pemeriksaan

Hasil pemeriksaan sifat fisik (pandangan luar, ukuran, luas lubang, volume lubang, penyerapan air) dan sifat mekanik (kuat tekan) disajikan dalam bentuk tabel berikut:

4.2.1. Hasil Pemeriksaan Pandangan Luar

Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan pandangan luar

Kelompok benda uji	Pandangan luar			Keterangan
	Permukaan bata beton tidak boleh cacat	Rusuk-rusuk batako siku satu terhadap yang lainnya	Sudut rusuk bata beton tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan	
A	√	√	√	Lulus Uji
B	√	√	√	Lulus Uji
C	√	√	√	Lulus Uji
D	√	√	√	Lulus Uji
E	√	√	√	Lulus Uji

4.2.2. Hasil Pemeriksaan Ukuran

Tabel 4.3 Kesesuaian ukuran, tebal dinding sekatan dalam dan tebal dinding sekatan luar bata beton berlubang tiap kelompok terhadap ukuran yang telah disyaratkan

Kelompok benda uji	Kesesuaian ukuran bata beton berlubang	Kesesuaian tebal dinding sekatan dalam	Kesesuaian tebal dinding sekatan luar
A	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
B	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
C	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
D	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
E	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi

4.2.3. Hasil Pemeriksaan Lubang

Tabel 4.4 Persentase (%) luas lubang dan volume lubang bata beton berlubang untuk pasangan dinding

Kelompok benda uji	Rata-rata luas lubang (%)	Rata-rata volume lubang*
A	34,39	26,11
B	35,26	26,05
C	35,61	25,88
D	34,58	25,86
E	34,44	25,76

*Bata beton berlubang memiliki volume lubang lebih dari 25% volume batas seluruhnya

4.2.4. Hasil pemeriksaan penyerapan air

Tabel 4.5 Nilai rata-rata penyerapan air tiap kelompok benda uji

Kelompok benda uji	Penyerapan air rata-rata (%)	Kesesuaian nilai penyerapan air terhadap SNI	Tingkat mutu batako
A	7,71	Memenuhi	I
B	6,97	Memenuhi	I
C	6,57	Memenuhi	I
D	6,36	Memenuhi	I
E	5,99	Memenuhi	I
SNI	Nilai penyerapan air maksimum 25% (tingkat mutu I)		

4.2.5. Hasil pemeriksaan kuat tekan

Tabel 4.6 Nilai rata-rata kuat tekan bata beton berlubang untuk pasangan dinding

Kelompok benda uji	Nilai kuat tekan rata-rata dari 5 benda uji (kg/cm ²)	Kesesuaian nilai kuat tekan terhadap SNI	Tingkat mutu bata beton berlubang
A	14,85	Tidak Memenuhi	IV
B	20,26	Memenuhi	IV
C	22,56	Memenuhi	IV
D	25,53	Memenuhi	IV
E	26,96	Memenuhi	IV
SNI	Nilai kuat tekan rata-rata minimal 20 kg/cm² (tingkat mutu IV)		

4.3. Pembahasan Hasil Penelitian

Dari sampel yang telah diuji tersebut, dapat disimpulkan hasil pemeriksaan sifat fisik (pandangan luar, ukuran, luas lubang, volume lubang, penyerapan air) dan sifat mekanik (kuat tekan) sebagai berikut:

4.3.1 Pembahasan Hasil Penelitian Sifat Fisik

A. Pembahasan Pandangan Luar

Dalam SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding pemeriksaan bata beton berlubang pada pandangan luar harus memenuhi persyaratan antara lain:

- Bidang permukaan bata beton berlubang tidak boleh cacat,

Pada pemeriksaan bidang permukaan bata beton berlubang tidak boleh cacat dilakukan secara visual tanpa bantuan alat. Bidang permukaan bata

beton berlubang yang cacat memiliki kriteria seperti terdapat retakan, permukaannya berpasir, banyak terdapat lubang atau celah dan terdapat gumpalan pada bidang permukaannya.

- Rusuk-rusuknya siku terhadap yang lain,

Pemeriksaan rusuk-rusuknya siku terhadap yang lain dilakukan dengan cara menggunakan penggaris siku. Jika sudut pada rusuk yang diperiksa dengan menggunakan penggaris siku tepat menempel membentuk sudut sesuai dengan sudut pada penggaris siku, maka rusuk tersebut dapat dikatakan siku.

- Sudut rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan.

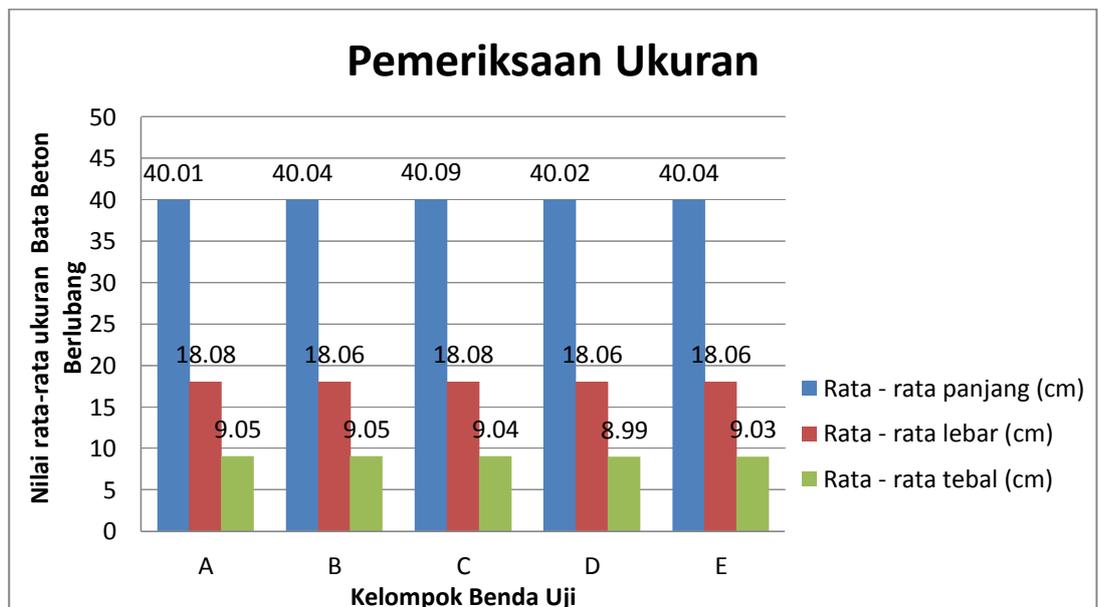
Untuk mengetahui apakah rusuk tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan maka dilakukan dengan cara menekan rusuk-rusuk benda uji dengan jari-jari tangan, kemudian dilihat apakah ketika ditekan rusuk tersebut tetap pada bentuk semula atau mengalami perubahan seperti terjadi kerontokan pada bagian rusuk karena rusuk tersebut rapuh.

Dari ketiga hasil pemeriksaan pandangan luar tersebut, sampel benda uji kelompok A, B, C, D, dan E memenuhi SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding.

B. Pembahasan Ukuran

Pada pemeriksaan ukuran untuk bata beton berlubang untuk pasangan dinding disini tidak dapat mengacu pada SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding karena ukuran yang disyaratkan oleh produsen dengan ukuran yang berada pada SNI 03-0349-1989 tentang Bata

Beton untuk Pasangan Dinding berbeda. Ukuran yang disyaratkan oleh produsen yaitu panjang 400 mm, lebar 180 mm dan tebal 90 mm sementara pada SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding yaitu panjang 390 mm (+3, -5), lebar 190 mm (+3, -5) dan tebal 100 mm (± 2), maka dalam pemeriksaan ukuran, peneliti mengacu pada ukuran yang telah disyaratkan oleh produsen dengan nilai koreksi berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding maka menjadi panjang 290 mm (+3, -5), lebar 180 mm (+3, -5) dan tebal 90 mm (± 2), untuk bata beton. Berdasarkan hasil pemeriksaan ukuran, semua sampel benda uji memenuhi syarat yang telah ditentukan. Hasil pemeriksaan ukuran sekatan lubang dalam dan ukuran sekatan lubang luar juga memenuhi syarat yang telah ditentukan (lihat tabel 4.3). Hasil pemeriksaan ukuran antar kelompok benda uji dapat dilihat dalam histogram gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1 Diagram hasil pemeriksaan ukuran antar kelompok benda uji

C. Pembahasan Luas Lubang dan Volume Lubang

Menurut SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding, definisi bata beton berlubang adalah bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25 % luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25 % volume bata seluruhnya. Berdasarkan hasil pemeriksaan luas dan volume lubang bata beton berlubang (lihat tabel 4.4), maka kelompok A, B, C, D, dan E memenuhi persyaratan bata beton berlubang. Karena, kelompok A, B, C, D, dan E luas penampang lubangnya lebih dari 25 % luas penampang batanya dan volume lubangnya lebih dari 25 % volume bata seluruhnya.

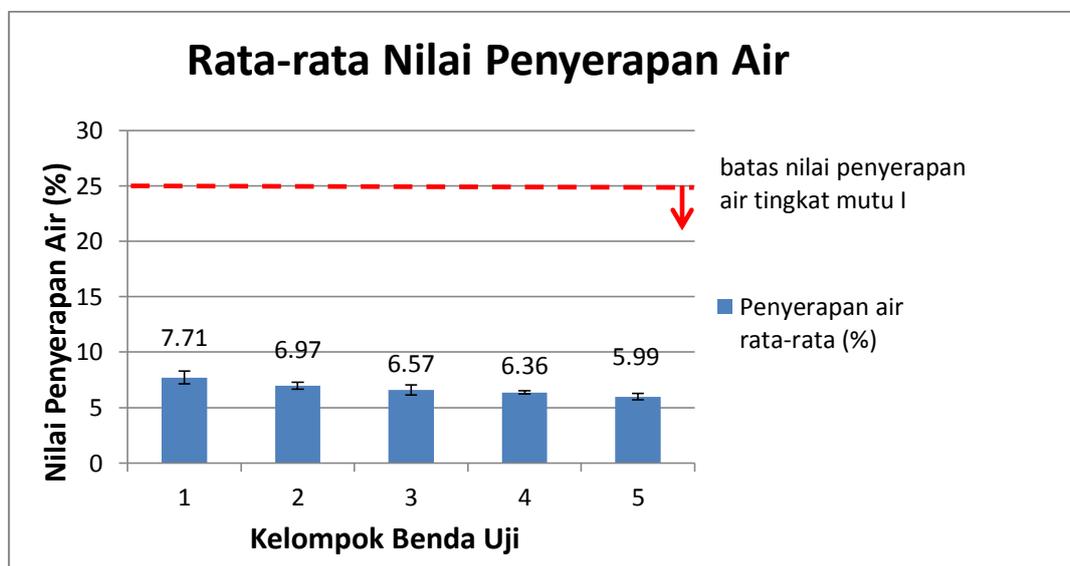
D. Pembahasan Penyerapan Air

Pada SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding, nilai penyerapan air bata beton berlubang maksimum adalah 25% (tingkat mutu I) dan maksimum 35% (tingkat mutu II). Berdasarkan hasil pemeriksaan penyerapan air seluruh sampel benda uji dari tiap kelompok termasuk ke dalam tingkat mutu I, karena nilai penyerapan air rata-rata kelompok A, B, C, D dan E berturut-turut adalah 7,71%, 6,97%, 6,57%, 6,36% dan 5,99% kurang dari 25% (lihat tabel 4.5).

Besar kecilnya penyerapan air sangat dipengaruhi pori atau rongga yang terdapat pada beton. Semakin banyak pori yang terkandung dalam beton maka akan semakin besar pula penyerapan sehingga ketahanannya akan berkurang. Semen merah yang berasal dari bata merah yang dihaluskan dan lolos saringan 0,075 mm (no. 200) sehingga menjadi butiran sangat halus

yang mengandung Silika, dimana reaksi antara Silika dan Kalsium Hidroksida diketahui dapat menjadikan bata beton yang kedap/padat dan tidak berpori menyebabkan berkurangnya penyerapan air.

Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya penurunan daya serap air pada bata beton berlubang dengan bertambahnya persentase pensubstitusian semen merah terhadap berat semen. Nilai rata-rata penyerapan air pada setiap kelompok disajikan dalam bentuk histogram pada gambar 4.14 berikut ini:

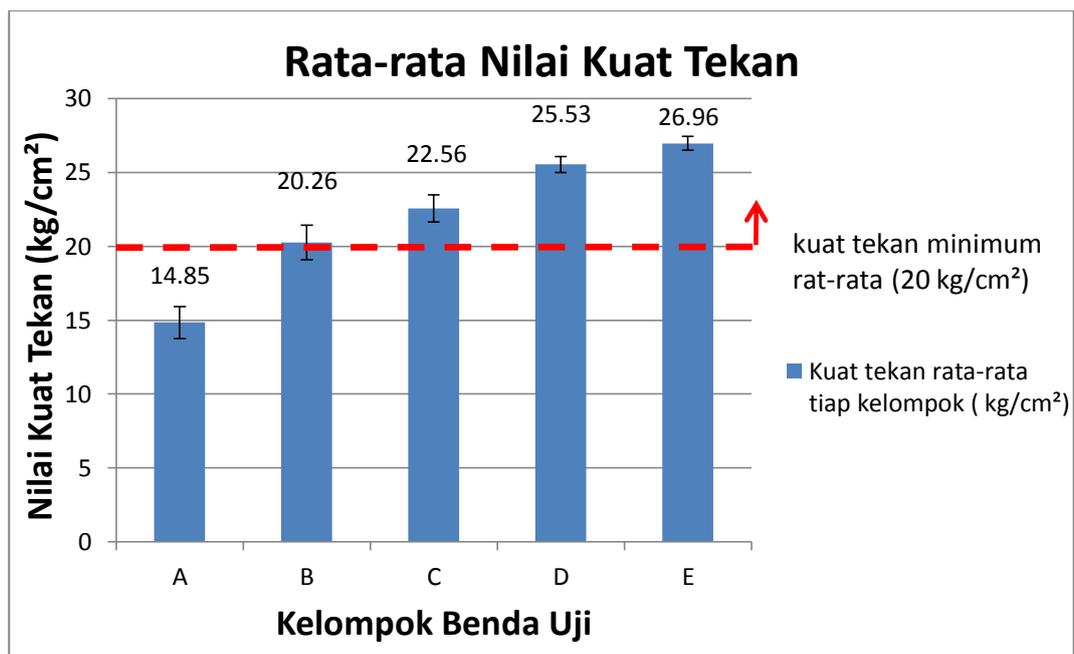


Gambar 4.2 Diagram rata-rata penyerapan air antar kelompok benda uji

4.3.2. Pembahasan Hasil Pemeriksaan Mekanik (Kuat Tekan)

Dalam SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding, nilai kuat tekan rata-rata minimum bata beton berlubang adalah 20 kg/cm² (tingkat mutu IV). Berdasarkan hasil pemeriksaan kuat tekan dapat disimpulkan bahwa sampel benda uji kelompok A dengan substitusi semen merah sebanyak 0% tidak memenuhi syarat SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding, sedangkan sampel benda uji kelompok B

dengan pensubstitusian semen merah sebesar 20%, sampel benda uji kelompok C dengan pensubstitusian semen merah sebesar 22,5%, sampel benda uji kelompok D dengan pensubstitusian semen merah sebesar 25%, dan sampel benda uji kelompok E dengan pensubstitusian semen merah sebesar 27,5% memenuhi syarat SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding karena hasil kuat tekan rata-rata minimal kelompok A, B, C, dan D lebih dari 20 kg/cm² (lihat tabel 4.6). Nilai rata-rata kuat tekan pada setiap kelompok bata beton berlubang dinding disajikan dalam bentuk histogram pada gambar 4.7 berikut ini:



Gambar 4.3 Diagram rata-rata nilai kuat tekan antar kelompok benda uji

Nilai rata-rata kuat tekan yang dihasilkan dari hasil pengujian bata beton berlubang dengan pensubstitusian semen merah pada tiap perlakuan menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih besar jika dibandingkan dengan bata beton berlubang yang standar (tidak disubstitusi dengan semen merah). Dapat

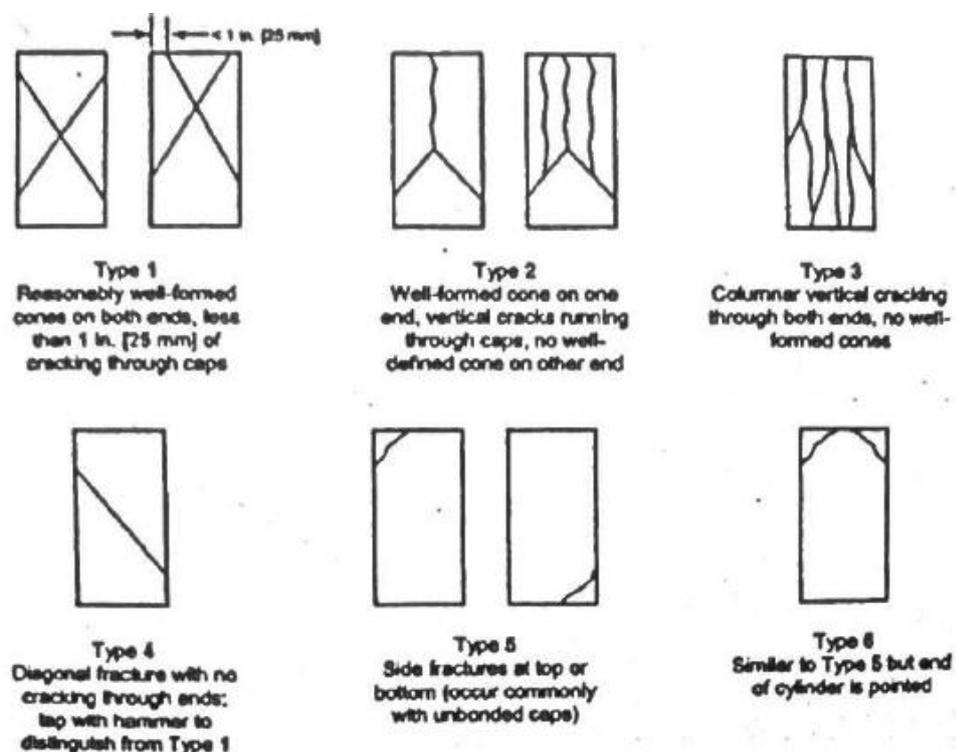
terlihat juga adanya kenaikan nilai kuat tekan bata beton berlubang dengan bertambahnya persentase pensubstitusian semen merah sampai dengan 27,5%.

Hasil pengujian kuat tekan bata beton berlubang yang standar (tidak disubstitusi dengan semen merah) pada semua sampelnya tidak memenuhi syarat minimal kuat tekan menurut SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding. Hal ini bisa saja disebabkan karena kurangnya daya lekat antara mortar dengan agregat sehingga perlu adanya bahan *additive* untuk memperbaiki kinerja bata beton khususnya kuat tekan. Semen merah disini sebagai bahan *additive* yang diharapkan dapat meningkatkan nilai kuat tekan dan hal tersebut terbukti dengan adanya peningkatan kuat tekan dengan pensubstitusian semen merah.

Peningkatan kuat tekan tersebut disebabkan oleh kandungan senyawa Silika (SiO_2) yang cukup besar pada semen merah yaitu sebesar 58,95% sehingga dapat menyokong proses kimia pengikatan agregat oleh pasta semen. Penambahan bahan tambah semen merah menambah sifat pozzolanisasi, yaitu sifat yang dimiliki bahan-bahan yang mengandung Silika (SiO_2) dan Alumina (Al_2O_3). Semen merah yang merupakan tras buatan atau pozzolan merupakan bagian yang dalam keadaan sendirinya tidak terlalu bersifat seperti halnya semen, namun apabila bahan tersebut digiling halus dan kemudian dicampur dengan semen dan kemudian semen tersebut bereaksi dengan air maka akan membentuk senyawa Kalsium Hidroksida dan Kalsium Aluminat Hidrat, sehingga semen merah atau pozzolan tersebut akan

mempunyai sifat seperti semen yang selanjutnya memberikan peningkatan kekuatan beton. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa semen merah dapat meningkatkan kuat tekan batako berlubang dengan pensubstitusian terhadap berat semen sampai dengan persentase 27,5% terhadap berat semen tetapi belum diketahui nilai optimum pensubstitusian semen merah tersebut.

Pada saat pemeriksaan uji tekan pada bata beton berlubang, terdapat pola keretakan atau keruntuhan pada bata beton yang diuji. Pola keretakan disini tidak dibahas lebih jauh, karena hanya memperlihatkan pola keretakan yang terjadi pada saat uji kuat tekan. Untuk mengetahui pola keretakan atau keruntuhan dari masing-masing perlakuan benda uji dilakukan dengan cara membandingkannya dengan gambar pola keretakan di bawah ini :



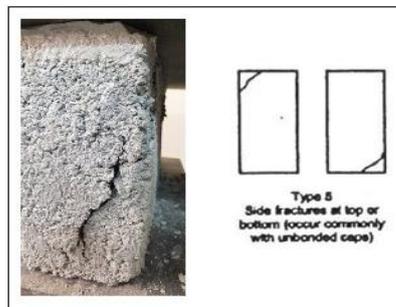
Gambar 4.4 Pola keruntuhan beton akibat uji kuat tekan

Rata-rata pola keretakan yang terjadi pada bata beton berlubang dengan pensubstitusian semen merah sebesar 0% termasuk kedalam type 3.



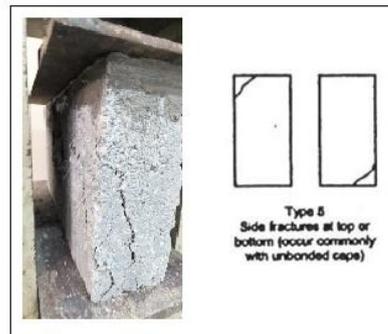
Gambar 4.5 Pola keretakan bata beton berlubang dengan pensubstitusian semen merah sebesar 0%

Pola keretakan untuk bata beton berlubang dengan pensubstitusian semen merah sebesar 20% termasuk kedalam type 5. Pola keretakan terjadi pada bagian bawah.



Gambar 4.6 Pola keretakan bata beton berlubang dengan pensubstitusian semen merah sebesar 20%

Pada pensubstitusian semen merah sebesar 22,5%, pola keretakan termasuk kedalam type 5.



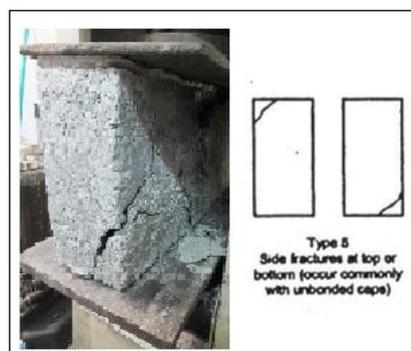
Gambar 4.7 Pola keretakan bata beton berlubang dengan pensubstitusian semen merah sebesar 22,5%

Sedangkan untuk pola keretakan yang terjadi pada pensubstitusian semen merah sebesar 25% termasuk kedalam pola keretakan type 2.



Gambar 4.8 Pola keretakan bata beton berlubang dengan pensubstitusian semen merah sebesar 25%

Pada pensubstitusian semen merah sebesar 27,5%, pola keretakan yang terjadi adalah pola keretakan type 2.



Gambar 4.9 Pola keretakan bata beton berlubang dengan pensubstitusian semen merah sebesar 27,5%

4.3.3. Analisis Data Keseluruhan

Hasil data pemeriksaan keseluruhan benda uji bata beton berlubang untuk pasangan dinding dengan pensubstitusian semen merah yang meliputi pemeriksaan sifat fisik (pandangan luar, ukuran, luas lubang, volume lubang, penyerapan air) dan sifat mekanik (kuat tekan) dapat dilihat pada tabel 4.7

Rangkuman hasil pemeriksaan bata beton berlubang berikut:

Tabel 4.7 Rangkuman hasil pemeriksaan bata beton berlubang

Kelompok	Sifat Tampak	Ukuran dan Toleransi		Jenis Bata beton	Kuat Tekan	Penyerapan Air
		Dimensi*	Tebal dinding			
A	√	√	√	Berlubang	x	√
B	√	√	√	Berlubang	√	√
C	√	√	√	Berlubang	√	√
D	√	√	√	Berlubang	√	√
E	√	√	√	Berlubang	√	√

Keterangan:

√ : Memenuhi SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding

x : Tidak memenuhi SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding

*untuk dimensi tidak mengikuti syarat mutu SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding tetapi mengikuti ukuran yang disyaratkan oleh produsen.

Kelompok A : Bata beton berlubang dengan pensubstitusian semen merah sebanyak 0%

Kelompok B : Bata beton berlubang dengan pensubstitusian semen merah sebanyak 20%

Kelompok C : Bata beton berlubang dengan pensubstitusian semen merah sebanyak 22,5%

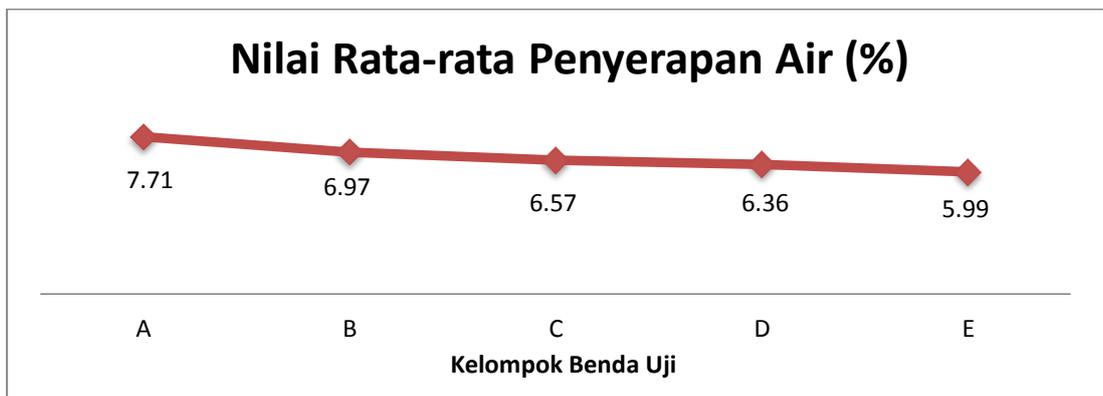
Kelompok D : Bata beton berlubang dengan pensubstitusian semen merah sebanyak 25%

Kelompok E : Bata beton berlubang dengan pensubstitusian semen merah sebanyak 27,5%

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa untuk semua kelompok benda uji memenuhi persyaratan pemeriksaan syarat fisik (pandangan luar, ukuran, luas lubang, volume lubang, penyerapan air). Sedangkan untuk hasil pemeriksaan syarat mekanik (uji kuat tekan), tidak semua kelompok

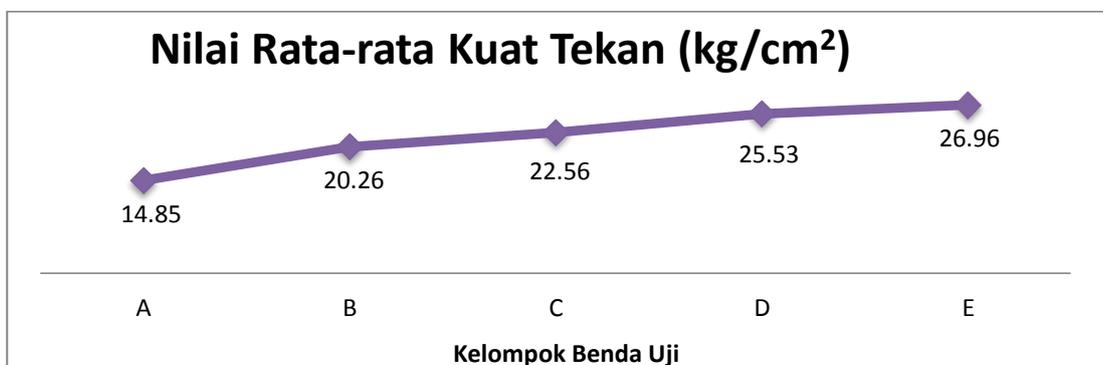
memenuhi syarat mutu yang ditentukan. Pada hasil pemeriksaan kuat tekan kelompok A yang merupakan bata beton tanpa pensubstitusian semen merah menunjukkan bahwa tidak memenuhi kuat tekan sedangkan untuk kelompok B, C, D dan E yang merupakan bata beton dengan pensubstitusian semen merah terlihat bahwa memenuhi syarat mutu kuat tekan yang di tentukan.

Hasil pemeriksaan daya serap air bata beton berlubang dapat dilihat pada gambar 4.10 Grafik nilai penyerapan air tiap kelompok benda uji berikut:



Gambar 4.10 Grafik nilai rata-rata penyerapan air tiap kelompok benda uji

Sedangkan hasil pemeriksaan kuat tekan bata beton berlubang dapat dilihat pada gambar 4.11 Grafik kuat tekan tiap kelompok benda uji berikut:



Gambar 4.11 Grafik nilai rata-rata kuat tekan tiap kelompok benda uji

Dari grafik rata-rata nilai penyerapan air dan rata-rata nilai kuat tekan pada gambar 4.10 dan 4.11 diketahui bahwa semakin tinggi persentase pensubstitusian semen merah sampai dengan 27,5% semakin tinggi pula nilai hasil uji kuat tekan yang dihasilkan namun nilai penyerapan air yang dihasilkan semakin rendah.

4.4. Keterbatasan Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat keterbatasan yang menyebabkan kekeliruan terjadi, yang disebabkan oleh beberapa hal:

1. Sistem pembuatan bata beton berlubang yang dilakukan secara manual sehingga memungkinkan kurang padatnya bata beton yang tercetak.
2. Karena banyak sampel yang digunakan maka sulit untuk ditempatkan sehingga pada proses pengujian sampel menjadi disusun.
3. Kurangnya ketelitian pada waktu penimbangan berat, diperkirakan alat timbangan belum terkalibrasi.
4. Kemungkinan terjadinya kesalahan pengukuran dalam pembacaan jarum uji kuat tekan pada waktu pengujian bata beton berlubang dikarenakan ketelitian alat kurang detail.
5. Keterbatasan sumber bacaan dan pengetahuan peneliti yang mempengaruhi proses pengujian dan analisa hasil pengujian.

BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI, SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan maka dapat disimpulkan bahwa bata beton berlubang dengan pensubstitusian semen merah sebesar 20%, 22,5%, 25% dan 27,5% dari berat semennya memenuhi syarat mutu SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding.

5.2. Implikasi

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, jelas hasilnya telah terbukti bahwa dengan beberapa perlakuan yang diteliti, semen merah yang terbuat dari tumbukan bata merah masih dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian (substitusi) semen sampai dengan presentase 27,5% untuk pembuatan bata beton. Untuk pembuatan bata beton yang menggunakan semen merah sebaiknya diteliti lebih lanjut, karena nilai maksimal pensubstitusian belum diketahui dengan pasti. Perlu adanya peran dari pemerintah untuk menjangkau masyarakat dalam hal pemanfaatan limbah sebagai bahan alternatif yang lebih berguna.

5.3. Saran

1. Perlu dibuatnya alat yang dapat digunakan untuk menghaluskan semen merah agar pemakaian semen merah dapat dimanfaatkan secara maksimal.

2. Untuk penggunaan semen merah dari penggilingan bata merah sebagai bahan substitusi pada pembuatan bata beton berlubang, sebaiknya diperhatikan persentasenya agar diperoleh hasil yang sesuai dengan standar nasional, khususnya untuk kuat tekan.
3. Perlu melakukan penelitian yang lebih lanjut terhadap semen merah yang berasal dari bata merah yang dihaluskan agar menemukan nilai optimum pensubstitusian semen merah, karena pada penelitian ini peneliti hanya mensubstitusi semen merah sampai dengan 27,5% terhadap berat semen dan didapatkan peningkatan nilai kuat tekan sampai dengan persentase 27,5% terhadap berat semen sehingga nilai optimum pensubstitusian semen merah belum diketahui.
4. Pengambilan limbah bata merah yang akan digunakan sebaiknya dilakukan dengan teliti agar tidak tercampur dengan zat-zat organik yang menempel yang mengakibatkan kurang berpotensi apabila dicampur dengan semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Anita. 2007. *Pengaruh Semen Merah Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Pada Pasangan Bata Material Tembok Terhadap Kuat Lekat Dan Kuat Tekan Untuk Bangunan Sederhana*. [Skripsi]. Malang : Universitas Muhammadiyah Malang.
- Hasyim, Ahmad. 1999. *Studi Semen Merah Sebagai Pengganti Sebagian Portland Semen Terhadap Kuat Lentur Genteng Beton*. [Skripsi]. Jakarta : Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Lashari. 2007. *Pengaruh Campuran Kapur Dan Bubuk Bata Merah Pada Sifat Mekanis Tanah Lempung Grobogan*. [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton Indonesia*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Neville, A.M. 1998. *Properties of Concrete*. 4th Edition Longman Group Limited.
- NI – 20. Peraturan Tras dan Semen Merah Indonesia. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum, 1979.
- Ranian, Cut. 1996. *Pengaruh Aditif Semen Merah Menggantikan Sebagian Portland Cement Terhadap Kuat Tekan Beton*. Banda Aceh : Universitas Syiah Kuala.
- Randing. 1994. *Perencanaan Campuran dan Pengendalian Mutu Beton*. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum.
- SII.0285 - 80. Mutu dan Cara Uji Bata Beton Berlubang, Jakarta : Departemen Perindustrian
- SNI 03-0349-1989, Bata Beton untuk Pasangan Dinding , Jakarta : Badan Standar Nasional 1989.

- SNI 03-6861.1-2002, Bagian 4, Spesifikasi Air Sebagai Bahan Bangunan, Persyaratan Air Sebagai Bahan Bangunan, Jakarta : Badan Standarisasi Nasional, 2002.
- SNI 03-6861.1-2002, Bagian 6, Spesifikasi Agregat Sebagai Bahan Bangunan, Agregat Halus Sebagai Bahan Pengisi Pada Adukan atau Mortar, Jakarta : Badan Standarisasi Nasional, 2002.
- Supribadi, I.K. 1986. *Ilmu Bahan Bangunan seri A Bangunan Sipil*. Bandung: Armico.
- Sukma, Aldi. 2007. *Pemanfaatan Limbah Bata Merah sebagai Semen Merah untuk Pembuatan Paving Block Berdasarkan SNI*. [Skripsi]. Jakarta : Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Widodo, Slamet. 2004. *Optimalisasi Kuat Tekan Self-Compacting Concrete dengan Cara Trial-Mix Komposisi Agregat dan Filler pada Campuran Adukan Beton*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.