

ANALISIS CAMPURAN GREEN MATERIAL SEBAGAI ALTERNATIF PEMBUATAN BATA RINGAN UNTUK PEKERJAAN DINDING

Hana Dwi Windayati¹ dan Winoto Hadi²

¹*Program Studi Pendidikan Teknologi Kejuruan, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Jakarta, Jl.R.Muka Raya No.1 Pulogadung Jakarta 13220, Indonesia
Email: dwiwana.hd@gmail.com*

²*Program Studi D4 Manajemen Pelabuhan dan Logistik Universitas Negeri Jakarta, Jl.R.Muka Raya No.1 Pulogadung Jakarta 13220, Indonesia
Email: winoto@unj.ac.id*

ABSTRAK

Didalam dunia konstruksi, dinding merupakan elemen penting. Selain sebagai pembentuk utama suatu bangunan, fungsi lain dari dinding sebagai pemberi penampilan artistik dari bangunan. Sebagian besar proyek konstruksi menggunakan bata sebagai elemen penyusun dindingnya. Kebutuhan akan bata ini mendorong munculnya inovasi baru dalam pembuatan bata, salah satunya adalah bata ringan. Perkembangan yang semakin pesat dan permintaan pasar, banyak proyek konstruksi yang dituntut untuk cepat dan tepat dalam hal pengerjaannya tanpa mengabaikan faktor kualitasnya. Kemajuan teknologi memungkinkan banyak bahan konstruksi baru yang dapat diciptakan berdampak kepada perkembangan material bahan bangunan seiring dengan tuntutan kebutuhan dalam mencapai biaya, waktu, mutu yang paling efektif dan efisien. Pemilihan mengenai bahan mana yang akan dipakai pada suatu proyek akan memberikan dampak yang cukup besar pada perencanaan jadwal dan biaya proyek. Bata ringan merupakan satu bahan bangunan yang kini mengalami peningkatan kebutuhan, dapat dikatakan sebagai produk bahan bangunan modern sebagai pengganti batu bata merah. Dalam pembuatan bata ringan untuk lebih menghemat bahan bakunya dapat menambahkan bahan-bahan hasil limbah atau bahan penyusunnya diganti dengan bahan limbah lainnya tanpa menurunkan kualitasnya.. Melimpahnya bahan sisa/limbah dari berbagai kegiatan seperti industri, pertanian, perkebunan, energi dan lain-lain perlu dimanfaatkan untuk bahan bangunan guna memenuhi kebutuhan dan pengurangan terhadap dampak lingkungan. Pemanfaatan limbah sebagai campuran bahan bata ringan merupakan salah satu alternatif untuk menghasilkan sebuah produk yang kreatif dan inovasi. Konsep material yang ramah lingkungan (green material) saat ini sedang berkembang di dunia konstruksi telah dibuat pedoman dan aturan perencanaan, pelaksanaan dan operasional bangunan yang betul-betul memperhatikan kondisi lingkungan dan dampak terhadap lingkungan yang timbul. Salah satu bagian penting dalam konsep ini adalah penggunaan material-material konstruksi yang ramah lingkungan. Dimana material konstruksi tersebut diambil, diproduksi, digunakan dan dirawat dengan seminimal mungkin berkontribusi pada kerusakan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan telaah literatur mengenai campuran bahan material yang ramah lingkungan sebagai bahan pembuatan bata ringan yang berpengaruh terhadap kuat tekan, daya serap. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi dan rujukan untuk memanfaatkan limbah sebagai bahan tambahan atau pengganti pembuatan bata ringan dari bahan-bahan yang ramah lingkungan dan memenuhi kualitas yang disyaratkan

Kata kunci: Pemanfaatan Limbah, Bata Ringan, *Green Material*

PENDAHULUAN

Didalam dunia konstruksi, dinding merupakan elemen penting. Selain sebagai pembentuk utama suatu bangunan, fungsi lain dari dinding sebagai pemberi penampilan artistik dari bangunan. Suatu proyek tentunya akan menentukan mengenai bahan mana yang akan dipakai, yang akan memiliki dampak yang cukup besar pada perencanaan jadwal dan biaya proyek. Disamping itu mutu konstruksi harus terus terjaga sepanjang siklus proyek berlangsung. Sebagian besar proyek konstruksi menggunakan bata sebagai elemen penyusun dindingnya. Salah satu bahan bangunan yang kini mengalami peningkatan kebutuhan yaitu bata ringan yang merupakan produk bahan bangunan modern sebagai pengganti batu bata merah. Kebutuhan akan bata ini mendorong munculnya inovasi baru dalam pembuatan bata ringan.

Pada pembangunan perumahan maupun gedung bertingkat, penggunaan bata merah konvensional sudah mulai ditinggalkan. Bata ringan merupakan satu bahan bangunan yang kini mengalami peningkatan kebutuhan, dapat dikatakan sebagai produk bahan bangunan modern sebagai pengganti batu bata merah. Bata ringan tentunya sudah menjadi pilihan populer sebagai bahan bangunan. Namun dengan harga yang relatif lebih mahal daripada bata merah,

sebagian masyarakat khususnya kalangan ekonomi menengah kebawah masih melirik batu bata merah tradisional sebagai bahan bangunan utama rumah mereka.

Seiring dengan perkembangan ilmu dan teknologi, tentunya manusia dituntut untuk lebih kreatif dan berinovasi dalam mengembangkan produk yang sudah ada, baik dari segi kualitas maupun harga. Untuk memenuhi kebutuhan dan permintaan masyarakat yang menginginkan produk bata ringan dengan kualitas bagus dan harga yang terjangkau diperlukan bahan substitusi penyusun bata ringan dengan memanfaatkan limbah yang ada disekitar kita.

Konsep material yang ramah lingkungan (*green material*) di dunia konstruksi mulai dikembangkan dan dibuat pedoman, aturan perencanaan, pelaksanaan dan operasional bangunan yang betul-betul memperhatikan kondisi lingkungan dan dampak terhadap lingkungan yang timbul. Salah satu bagian penting dalam konsep ini adalah penggunaan material-material konstruksi yang ramah lingkungan. *Green Material* sendiri memiliki pengertian lebih luas selain hanya dari sisi produk materialnya saja yang ramah lingkungan. Material ramah lingkungan pada umumnya menyangkut dari sisi produk material. Material ramah lingkungan adalah material yang pada saat digunakan dan dibuang, tidak memiliki potensi merusak lingkungan dan mengganggu kesehatan. Dimana material konstruksi tersebut diambil, diproduksi, digunakan dan dirawat dengan seminimal mungkin berkontribusi pada kerusakan lingkungan.

Selama ini banyak bahan-bahan buangan industri dan pertanian seperti fly ash (sisa pembakaran batu bara), limbah serbuk kayu, lumpur lapindo yang belum dimanfaatkan dengan optimal. Berbagai usaha dilakukan untuk memanfaatkan limbah yang ada disekitar untuk dimanfaatkan sebagai material pengganti semen maupun pengganti pasir.

KAJIAN PUSTAKA

1. Pengertian Bata Ringan

Bata ringan adalah jenis [batu bata](#) yang memiliki berat lebih ringan dari pada bata pada umumnya, merupakan bahan bangunan alternatif pengganti bata merah untuk dinding bangunan. Munculnya teknologi bata ringan sebagai material dinding, cukup memberikan dampak positif bagi masyarakat pada umumnya dan dunia konstruksi khususnya.

Menurut Ngabdurrochman, 2009, bata ringan adalah bata berpori yang memiliki berat jenis (density) lebih ringan dari pada bata pada umumnya. Berat jenisnya antara 600 - 1600 kg/m³ dengan kekuatannya tergantung pada komposisi campuran (mix design) (<http://repository.usu.ac.id>).

2. Keunggulan Bata Ringan

Keunggulan dari bata ringan ini diantaranya memiliki bobot yang relatif lebih ringan dibandingkan dengan bata merah meskipun mempunyai ukuran yang lebih besar daripada bata merah. Bata ringan memiliki kuat tekan yang tinggi, dapat mempercepat proses pelaksanaan pembangunan karena pemasangannya yang mudah, serta dapat meminimalisasi sisa material yang terbentuk akibat proses pemasangan dinding (Goritman, Irwansa and Kusuma, 2012). Keunggulan lainnya dari bata ringan yaitu karena beratnya yang ringan memudahkan pekerja untuk memindah dan memasang bata, bentuknya yang sangat homogen antar satu dengan yang lain sehingga diperlukan lebih sedikit perekat bata, dan juga bata ringan memiliki kekuatan yang paling tinggi dibanding batako maupun bata merah konvensional. Bata ringan mampu menjadi insulator, yaitu dapat meminimalisir adanya hantaran panas yang berlebih, sebab pori-pori pada bagian permukaan bata ringan mampu menurunkan berat massa bata sehingga bisa menyerap panas dari luar bangunan.

3. Material Penyusun Bata Ringan

Material penyusun bata beton ringan diantaranya semen, pozzolan, agregat ringan dan juga bahan pengembang yang bisa menghasilkan pori didalam beton tersebut. Ada 2 macam jenis bata ringan Aerated Lightweight Concrete (ALC) atau sering disebut juga Autoclaved Aerated Concrete (AAC) dan CLC (Cellular Lightweight Concrete).

Bata ringan AAC adalah beton selular dimana gelembung udara yang ada disebabkan oleh reaksi kimia, yaitu ketika bubuk aluminium atau aluminium pasta mengembang seperti pada proses pembuatan roti saat penambahan ragi untuk mengembangkan adonan. Material pembuatan bata ringan AAC memakai pasir khusus yaitu silika (> 95% SiO₂) dan harus digiling sampai ukuran mikro. Sama halnya seperti pada pembuatan roti pada AAC tingkat ekspansi adonan juga tidak bisa di kontrol secara tepat sehingga biasanya akan mengembang keluar dari cetakan. Oleh karena itu harus dipotong untuk mendapatkan dimensi yang dibutuhkan. Gelembung udara yang relatif banyak memungkinkan dihasilkan AAC dengan kerapatan yang rendah yaitu sekitar 700 – 800 kg / m³.

Bata ringan CLC adalah beton selular yang mengalami proses curing secara alami, CLC adalah beton konvensional yang mana agregat kasar (kerikil) digantikan oleh udara, dalam prosesnya menggunakan busa organik yang sangat stabil dan tidak ada reaksi kimia ketika proses pencampuran adonan, foam/busa berfungsi sebagai media untuk membungkus udara.

Pabrikasi dan peralatan yang digunakan untuk menghasilkan CLC juga standard, sehingga produksi dengan mudah dapat pula diintegrasikan ke dalam pabrikasi beton konvensional. Hanya pasir, semen, air dan foam yang digunakan dan kepadatan yang didapatkan dapat disesuaikan mulai dari 350 sampai 1.800 kg / m³ dan kekuatan dapat juga dicapai dari serendah 1,5 sampai lebih 30 N / mm².

a. Semen

Menurut Standar Nasional Indonesia nomor 15-2049-2004 adalah bubuk halus yang memiliki sifat adhesif maupun kohesif, yaitu bahan pengikat. Bahan pengikat merupakan suatu reaksi semen mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat.

Definisi semen portland (*portland cement*) merupakan bahan perekat hidrolis yang sangat penting dalam konstruksi beton. Bahan perekat hidrolis yaitu dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan pembantu untuk membentuk pasta semen atau *grout* bila bersenyawa dengan air dapat mengeras dan jika bereaksi dengan agregat halus biasa disebut dengan mortar (Tjokrodimuljo, 2007). Semen portland mempunyai sifat-sifat kimia yang mempengaruhi kualitas semen yang dihasilkan, sebagaimana hasil susunan kimia yang terjadi diperoleh senyawa dari semen *portland*. Perbandingan susunan oksida dan senyawa semen *portland* akan ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 1 : Susunan Oksida

OKSIDA	KANDUNGAN (%)
Kapur (CaO)	60 – 70
Silika (SiO ₂)	17 – 25
Alumina (Al ₂ O ₃)	3,0 – 8,0
Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 – 6,0
Magnesia (MgO)	0,1 – 5,5
Sulfur (SO ₃)	1,0 – 3,0
Soda/potash (Na ₂ O + K ₂ O)	0,5 – 1,3

Sumber: Tjokrodimuljo (2007)

Unsur-unsur oksida pada Tabel diatas bila direaksikan akan menghasilkan senyawa-senyawa utama yang terdapat di dalam semen portland antara lain: C3S (tricalcium silicate – 3CaO.SiO₂), C2S (dicalcium silicate – 2CaO.SiO₂), C3A (tricalcium aluminate – 2CaO.SiO₂), dan C4AF (tetracalcium aluminoferrite – 4CaO.Al₂O₃. Fe₂O₃). Komposisi senyawa-senyawa ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2 : Komposisi Senyawa Semen Portland

SENYAWA	KANDUNGAN (%)
C3S	45 – 65
C2S	10 – 25
C3A	7 – 12
C4AF	5 – 11

Sumber: P.T. Tiga Roda Indocement

b. Pozzolan

Pozolan adalah bahan yang mengandung senyawa silika atau silika alumina dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen akan tetapi dalam bentuk yang halus dan dengan adanya air maka senyawa-senyawa tersebut akan bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu normal membentuk senyawa kalsium hidrat yang bersifat hidraulis dan mempunyai angka kelarutan yang cukup rendah. Jika dicampur air, maka pozzolan tersebut akan membentuk kalsium hidroksida.

Standar mutu pozzolan menurut ASTM C618-92a dibedakan menjadi tiga kelas, dimana tiap-tiap kelas ditentukan komposisi kimia dan sifat fisiknya. Pozzolan mempunyai mutu yang baik apabila jumlah kadar $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ tinggi dan reaktifitasnya tinggi dengan kapur. Pozzolan dibagi menjadi tiga kelas, yaitu:

1. Kelas N : Merupakan pozzolan alam atau pozzolan hasil pembakaran, contohnya tanah diatomik, opalin, dan abu vulkanik.
2. Kelas C : Berupa abu terbang (fly ash) yang mengandung CaO di atas 10% hasil pembakaran lignit atau sub bitumen batubara
3. Kelas F : Berupa fly ash yang dihasilkan dari pembakaran batubara.

Pozzolan ada yang bersifat alami dan buatan. Pozzolan alami berasal dari sedimentasi dari abu lava gunung berapi yang mengandung silika aktif. Pozzolan buatan berasal dari sisa pembakaran tungku maupun hasil pemanfaatan limbah yang diolah menjadi abu melalui proses pembakaran. Salah satu jenis pozzolan alam yang sering digunakan adalah bentonit.

Menurut Persyaratan Kimia Berdasarkan ASTM C618-92a, kandungan pozzoland dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 3 : Persyaratan Kimia Berdasarkan ASTM C618-92a

Komposisi	Kelas		
	N	F	C
Jumlah $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ (min %)	70.0	70.0	70.0
SO_3 (max %)	4.0	5.0	5.0
Na_2O (max %)	1.5	1.5	1.5
Kadar Kelembaban (max %)	3.0	3.0	3.0
Hilang Pijar (max%)	10.0	6 ^A	12

c. Agregat ringan

Agregat Ringan ialah agregat yg pada keadaan kemarau dan gembur mempunyai berat 1100 Kilo Gram/m³ atau kurang. Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya batu apung yang mengakibatkan beton menjadi lebih ringan daripada beton normal;

Agregat ringan biasa dipakai untuk membuat struktur beton yang ringan dan sangat memperhatikan bobot totalnya. Penggunaan yang paling banyak terletak pada isolasi atau lahan untuk pra-tekan serta beton pra-cetak. Beton dari agregat ringan bersifat tahan api, namun ukuran pori-porinya cukup besar sehingga daya serapnya pun tinggi. Ada dua macam agregat ringan berdasarkan asal-usulnya yakni agregat dari proses pembekuan (expanding) dan agregat dari pengolahan bahan alam.

d. Bahan Pengembang

Bahan pengembang atau foaming agent pada beton ringan ditujukan untuk membentuk gelembung udara sehingga akan menghasilkan pori-pori yang dapat menurunkan bobot jenis beton (Triastuti et al., 2017). Oleh karena itu, dapat mengurangi penggunaan semen dan pasir.

Hal ini memberikan solusi ekonomis pada bisnis konstruksi karena dengan berkurangnya berat jenis beton menyebabkan berkurangnya beban yang ditanggung pondasi bangunan pada bangunan bertingkat. Berkurangnya beban bangunan dapat mengubah pondasi bangunan, mengurangi beban pekerja, dan transportasi (Amran et al., 2015)

Foaming agent yang umum digunakan berbasis polioli yang dapat menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan dan limbahnya sulit terdegradasi (Krol et al., 2012). Menurut Rivai et al., (2017), foaming agent berbasis minyak nabati memiliki karakteristik seperti foaming agent sintetik tersebut, tetapi lebih ramah lingkungan. Salah satu bahan alami yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku foaming agent berbasis minyak nabati adalah virgin coconut oil (VCO). Kandungan yang paling banyak pada VCO berdasarkan SNI 7381:2008 adalah asam laurat. Basa yang direaksikan dengan asam laurat akan menghasilkan alkali-laurat yang merupakan foaming agent ramah lingkungan dan memiliki kestabilan paling baik (Kurniasih et al., 2017)

4. Karakteristik Bata Ringan (Hunggurami, Bunganaen, and Muskanan 2014)

a. Berat Volume

Berat volume adalah pengukuran berat setiap satuan volume benda. Semakin tinggi berat volume suatu benda maka semakin berat pula berat setiap volumenya. Semakin besar berat volume suatu benda, maka semakin rendah porositasnya (Maria, 2009 dalam Menezes A., 2011). Untuk menghitung besarnya berat volume dipergunakan persamaan matematis berikut :

$$Bv = \frac{w}{v}$$

Di mana : Bv = berat volume benda uji (Gram /cm³)

w = Berat benda uji (gram)

v = Volume benda uji (cm³)

b. Kuat Tekan (Compressive Strength)

Untuk mengetahui kekuatan tekan bata ringan dilakukan pemeriksaan kuat tekan. Pada mesin uji tekan benda yang akan diuji diletakkan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja. Untuk menghitung besarnya kuat tekan digunakan persamaan matematis berikut :

$$fc = \frac{P}{A}$$

Di mana : fc = Kuat tekan (N/mm²)

P = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

c. Serapan Air (Absorpsi)

Penyerapan air adalah perbandingan berat air yang dapat diserap pori terhadap berat kering bata, dan dinyatakan dalam persen. Presentase penyerapan air dirumuskan sebagai berikut :

$$\frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\%$$

Di mana : W₁ = berat kering sampel setelah dioven 24 jam (gram)

W₂ = berat sampel setelah direndam 24 jam (gram)

d. Spesifikasi Bata Ringan :

- Berat jenis kering : 520 kg/m³
- Berat jenis normal : 650 kg/m³
- Kuat tekan : > 4,0 N/mm²
- Konduktifitas termis : 0,14 W/mK
- Tebal spesi : 3 mm
- Ketahanan terhadap api : 4 jam
- Jumlah per luasan per 1 m² : 22 - 26 buah

5. Bahan Material Ramah Lingkungan (*green material*)

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 8 tahun 2010, bangunan ramah lingkungan (*green building*) adalah suatu bangunan yang menerapkan prinsip lingkungan dalam perancangan, pembangunan, pengoperasian, dan pengelolaannya dalam aspek penting penanganan dampak perubahan iklim. Prinsip lingkungan yang dimaksud adalah mementingkan unsur pelestarian fungsi lingkungan. Salah satu aspek yang dilihat adalah penggunaan material, sehingga material memegang peranan penting terkait dengan tujuan hemat energi dan ramah lingkungan. Pemilihan material bangunan yang tepat yaitu dengan menggunakan *green material* atau material ramah lingkungan dapat menghasilkan bangunan yang berkualitas sekaligus ramah lingkungan, khususnya pemanfaatan material ekologis atau material yang ramah lingkungan. *Green material* dengan material ramah lingkungan memiliki arti yang berbeda.

Green material memiliki pengertian lebih besar selain hanya dari sisi produk materialnya saja yang ramah lingkungan. Dan dapat meninjau keberlanjutan dari sumber material, proses produksi, proses distribusi, dan proses pemasangan. Serta dapat mendukung penghematan energi (energi listrik dan air), meningkatkan kesehatan dan

kenyamanan, dan efisiensi manajemen perawatan bangunannya. Material ramah lingkungan adalah material yang pada saat digunakan dan dibuang, tidak memiliki potensi merusak lingkungan dan mengganggu kesehatan.

Perkembangan bangunan merupakan salah satu sektor penyumbang terbesar terjadinya pemanasan global. Hal ini terlihat pada penggunaan material bangunan yang berasal dari sumber daya alam yang tak terbarukan, serta penggunaan Bahan Perusak Ozon (BPO). Untuk itu, diperlukan aturan yang jelas mengenai penggunaan material pada bangunan yang mengarahkan pada keberlanjutan lingkungan dan disesuaikan dengan tahapan pengadaan bangunan. Aturan ini kemudian dapat mengarah pada kriteria bangunan hijau/green bulding. Pemilihan produk material menjadi aspek yang sangat penting dalam mewujudkan konsep *green building*. (Aditama and Indra 2021)

METODELOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur, dengan menggunakan 9 jurnal yang berfokus pada pemanfaatan limbah, material yang ramah lingkungan, sebagai campuran bahan material bata ringan. Dilakukan dengan melakukan studi kepustakaan yang berisikan informasi terutama bahan pustaka, melalui literatur dari buku pustaka dan karya ilmiah. Metode kepustakaan adalah penelitian yang dilakukan dengan cara membaca buku-buku atau sumber data lainnya dalam perpustakaan dengan cara menghimpun data.

Pada penelitian ini penulis menggunakan sumber data sekunder dengan pendekatan penelitian kualitatif, yaitu penelitian yang sistematis yang digunakan untuk mengkaji atau meneliti suatu objek pada latar alamiah tanpa ada manipulasi di dalamnya dan tanpa ada ujian hipotesis. Data sekunder yang digunakan adalah buku-buku, jurnal dan hal-hal lain yang masih relevan dengan permasalahan yang menjadi objek penelitian ini. Data sekunder adalah data yang didapat dari pihak lain tidak diperoleh dari sumber penelitiannya.

Ada tiga tahapan yang akan digunakan dalam pemilihan jurnal: 1) penggunaan kata kunci, yaitu bata ringan; 2) memilih artikel yang berhubungan dengan judul yang dibahas; 3) studi literatur dan mencari faktor yang berpengaruh. Dalam pencarian jurnal, beberapa database yang digunakan antara lain: Google Scholar.

Studi literatur ini berfokus pada argumen serta ide-ide dalam suatu bidang studi yang berisi mengenai kesenjangan dari suatu teori dan kasus serta untuk mengetahui kelemahannya. Teori-teori yang telah dikumpulkan akan mendukung topik dalam penelitian ini, lalu data akan dikelola dan dikaitkan dengan teori yang relevan. Sehingga, akan menghasilkan sebuah konsep dalam menyelesaikan penelitian ini.

HASIL PENELITIAN TERDAHULU

Identifikasi karakteristik kualitas dinding bata ringan dengan kualitas baik adalah bata ringan yang mempunyai nilai berat volume yang ringan (satuan Gram /cm³), kuat tekan yang tinggi (satuan N/mm²) dan tingkat resapan yang rendah (gram). Material tambahan yang dipakai merupakan material ramah lingkungan dengan memanfaatkan beberapa limbah, kami ambil dari referensi beberapa penelitian terdahulu diantaranya :

Novianti Diah (2012) dalam penelitiannya Pemanfaatan Lumpur Lapindo Untuk Untuk mengurangi Penggunaan Semen, dengan menggunakan beberapa macam komposisi mortar dengan menggunakan kapur bubuk dan tanpa kapur bubuk, diketahui bahwa komposisi mortar yang terbaik adalah penurunan semen sebesar 10% dari berat semen dengan penambahan kapur bubuk sebesar 40% dari berat lumpur sidoarjo kering. Dari penelitian ini dapat diketahui pula bahwa lumpur sidoarjo dapat berperan mengurangi penggunaan semen *Portland* pada pemakaian mortar sebagai spesi untuk saluran dan pembuatan batako. Hasil dan kesimpulan yang dapat ditarik dari pemanfaatan lumpur Lapindo yang telah dilakukan antara lain menyatakan bahwa lumpur sidoarjo banyak mengandung Alumina (AL₂O₃) dan Silika (SiO₂), dimana senyawa ini juga terdapat pada semen. Telah juga dilakukan penelitian lainnya bila ditambah dengan abu batu bata (fly ash) dan dibakar dengan suhu tinggi (>1000oC) dihasilkan batu bata berkualitas. (Novianti 2012)

Ningrum, Puspa (2022) dalam penelitiannya Penggunaan Limbah Serbuk Kayu untuk Campuran Pembuatan Bata Ringan Hariskon, produk inovasi bata ringan menggunakan campuran antara semen, pasir, busa, air, dan serbuk kayu dengan komposisi perbandingan 1:1:0,17:0,5:0,1 dari berat semen. Setelah melakukan kegiatan PKM, selanjutnya dilakukan wawancara kepuasan kepada kedua mitra dengan hasil 87% mitra menyatakan cukup puas. Dari segi produksi, awalnya sebelum dilakukan inovasi produk, Mitra I hanya dapat menghasilkan sekitar 180 buah perhari dengan harga jual Rp. 9.000,- perbuah. Setelah dilakukan kegiatan inovasi produk dapat menghasilkan hingga 250 buah perhari dengan harga jual Rp.8.700,- perbuah. Sehingga Mitra I merasa puas dengan kegiatan pendampingan yang dilakukan, karena produk yang dihasilkan dapat meningkat untuk sekali produksi dan menurunkan harga jual yang kompetitif. Selain itu dari segi kualitas, bata ringan dengan inovasi penggunaan limbah serbuk kayu memiliki

berat yang lebih ringan dan tekstur yang lebih halus, namun tetap memiliki kekuatan yang sama dengan bata ringan tanpa campuran limbah serbuk kayu. Hal inilah yang menjadi keunggulan produk inovasi bata ringan menggunakan limbah serbuk kayu sebagai bahan pengganti sebahagian semen. Dari segi manajemen usaha, kerjasama yang dilakukan oleh kedua belah mitra dengan bantuan perantara tim pengabdian menjadikan mitra kedua (UD. Harapan Baru) memiliki pemasukan tambahan dari limbah yang dihasilkan, karena limbah serbuk kayu tersebut dihargai per karungnya sebesar Rp. 10.000,-. Selain itu juga dapat menekan pencemaran lingkungan disekitar wilayah pengetaman kayu Mitra II. (Ningrum, Maizir, and Asnawi 2022)

Karijanto, Michael Aditya (2017), dalam penelitiannya Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Perikat Bata Ringan, Berdasarkan hasil dan analisa yang didapat dengan melakukan pengujian pada benda uji yang dibuat dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut : Pertama melalui penelitian ini dapat dihasilkan perikat bata ringan yang memiliki kekuatan tekan yang lebih baik daripada perikat bata ringan standard, dalam hal ini adalah perikat bata ringan dengan kadar fly ash 30% merupakan yang terbaik nilai tekannya dibanding persentase yang lain. Kedua fly ash tidak menambah kekuatan tarik daripada perikat bata ringan dan bahkan membuat kekuatan tarik perikat bata ringan turun karena fly ash memiliki sifat pozzolanik yang lebih rendah daripada sifat pozzolanik semen. Ketiga penggunaan fly ash dalam compressive test maksimal diberikan dalam jumlah 30% dari jumlah semen untuk mendapatkan hasil yang optimal. Pemberian fly ash diatas 30% akan mengurangi kekuatan tekan perikat bata ringan dikarenakan tidak adanya sisa rongga kosong didalam perikat bata ringan dan sifat pozzolanik fly ash yang masih lebih rendah daripada sifat pozzolanik semen. (Karijanto and Wijaya 2017)

Adonaranita, Florentika (2016), dalam penelitiannya Pengaruh Komposisi Lumpur Lapindo Sidoarjo Terhadap Mutu Batu Bata Berdasarkan SNI 15-2094-2000 berdasarkan hasil penelitian pengaruh komposisi Lumpur Lapindo Sidoarjo terhadap syarat mutu batu bata berdasarkan SNI 15-2094-2000, dapat ditarik kesimpulan pertama pengujian sifat tampak batu bata yang sesuai dengan SNI adalah batu bata dengan komposisi Lumpur Lapindo Sidoarjo sebesar 35%, 62,8% tanah liat dan 2,2% sekam padi (Benda Uji B). Kedua pengujian kesesuaian ukuran batu bata semua batu bata dengan komposisi Lumpur Lapindo Sidoarjo sesuai dengan syarat SNI 15-2094-2000, meskipun batu bata mengalami penyusutan. Ketiga pengujian berat batu bata yang memiliki berat jenis paling besar adalah batu bata dengan komposisi Lumpur Lapindo Sidoarjo sebesar 55%, 42,8% tanah liat dan 2,2% sekam padi (Benda Uji F), yaitu 1,53 g/cm³. Berat jenis batu bata ini dipengaruhi oleh sifat bahan dasar batu bata. Keempat pengujian kerapatan semu batu bata semua memenuhi syarat SNI 15-2094-2000, sebab batu bata memiliki kerapatan semu di atas syarat SNI yaitu 1,2 g/cm³. Batu bata dengan komposisi Lumpur Lapindo Sidoarjo sebesar 55%, 42,8% tanah liat dan 2,2% sekam padi (Benda Uji F) adalah benda uji yang memiliki kerapatan semu paling maksimum sebesar 2,18 g/cm³. Kerapatan semu ini dipengaruhi oleh sifat dasar batu bata. Kelima pengujian penyerapan air batu bata yang memenuhi syarat SNI 15-2094-2000 adalah batu bata dengan komposisi Lumpur Lapindo Sidoarjo sebesar 35%, 62,8% tanah liat dan 2,2% sekam padi (Benda Uji B). Daya serap air pada batu bata dipengaruhi oleh sifat bahan dasar penyusun batu bata, berat jenis dan kerapatan semu bata. Pengujian kuat tekan yang memenuhi syarat batu bata kelas 50 berdasarkan SNI 15-2094-2000 adalah antara lain batu bata dengan komposisi Lumpur Lapindo Sidoarjo sebesar 40%, 45%, 50% dan 55%, sebab kuat tekan di atas 50 kg/cm², secara berturut-turut yaitu 59,59 kg/cm²; 82,53 kg/cm²; 84,01 kg/cm²; dan 65,45 kg/cm² batu bata dengan komposisi Lumpur Lapindo Sidoarjo sebesar 50%, tanah liat 47,8% dan 2,2% sekam padi (Benda Uji E). Kuat tekan dipengaruhi oleh sifat bahan dasar penyusun batu bata, berat jenis dan yang paling mempengaruhi adalah kerapatan semu bata. Ketujuh pengujian garam yang membahayakan batu bata, semua benda uji aman untuk konstruksi. Hal ini disebabkan semua benda uji batu bata memenuhi syarat SII yang memiliki bercak putih kurang dari 50% luas permukaan batu bata. Kedelapan tidak ada batu bata berbahan Lumpur Lapindo Sidoarjo yang memenuhi keseluruhan syarat SNI 15-2094-2000. Namun apabila ditinjau dari uji tampak, uji kesesuaian ukuran, kuat tekan, kerapatan semu dan berat jenis, batu bata dengan komposisi 40% Lumpur Lapindo Sidoarjo cukup baik untuk digunakan sebagai campuran batu bata, sebab benda uji C tersebut hanya tidak memenuhi syarat uji penyerapan air (mengalami penyimpangan syarat penyerapan air sebesar 0,30%). (Adonaranita 2016)

Hunggurami, Elia (2014) dalam penelitiannya Studi Eksperimental Kuat Tekan Dan Serapan Air Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete Dengan Tanah Putih Sebagai Agregat. Tujuan penelitiannya untuk mengetahui pengaruh substitusi tanah putih terhadap pasir pada nilai kuat tekan dan serapan air bata ringan cellular lightweight concrete (CLC). Penelitian ini membuat bata ringan CLC dengan substitusi tanah putih sebesar 0%, 50%, dan 100% dari berat pasir. Bata ringan yang telah di curing selama 7, 14 dan 28 hari kemudian diuji untuk mendapatkan nilai kuat tekan dan serapan air dari bata ringan. Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan bata ringan CLC normal pada umur 7 hari adalah sebesar 0,861 MPa. Kuat tekan bata ringan lebih besar 29,04% yaitu 1,111 MPa pada substitusi 50 % tanah putih, dan lebih besar 77,47 % yaitu 1,528 MPa pada substitusi 100% tanah putih. Pada umur 14 hari, nilai kuat tekan bata ringan normal 0,889 MPa. Nilai kuat tekan lebih besar 49,94% yaitu 1,333 MPa, dan lebih besar 87,51% yaitu 1,667 MPa pada substitusi 50% dan 100% tanah putih. Pada umur 28 hari nilai kuat tekan bata ringan CLC normal sama dengan bata ringan CLC dengan substitusi 100% tanah putih yaitu 1,472 MPa. Nilai kuat tekan lebih kecil 7,54% menjadi 1,361 MPa pada substitusi 50% tanah putih. Nilai serapan air bata ringan CLC berturut – turut sebesar 17,678% untuk bata ringan CLC normal, 16,645% untuk bata ringan dengan substitusi 50%

tanah putih, dan 20,267% pada substitusi 100% tanah putih. Nilai serapan air ini bata ringan CLC ini masih dibawah nilai serapan air bata beton pejal tipe 1 yaitu sebesar 25%.

Afifah, Sami (2021) pada penelitiannya pemanfaatan Virgin Coconut Oil Sebagai Foaming Agent Pada Beton Ringan, memformulasi foaming agent berbahan dasar VCO untuk menguji efektivitas kinerja foaming agent yang dihasilkan dalam aplikasi pembuatan beton ringan. Pemisahan asam laurat dari VCO menggunakan metode saponifikasi menggunakan NaOH 3,5 N. Formulasi foaming agent (K-laurat) dilakukan dengan mencampurkan asam laurat dengan KOH 30% b/v pada perbandingan 1:0,5. Hasil yang diperoleh menunjukkan rendemen asam laurat dari VCO adalah sebesar 69,1% v/v sementara foaming agent berupa K-laurat yang diperoleh adalah sebanyak 738 g. Foaming agent yang dihasilkan memiliki pH 8,15, densitas 0,9976 g/mL, viskositas 5,43 cP, dan sudut kontak 35,81o. Kinerja foaming agent menunjukkan stabilitas busa sebesar 84,4–87,5%, kemampuan pembusaan sebesar 385–533% selama 45 menit, serta diameter busa sebesar 4,3–64,8 µm. Beton ringan yang dibuat dengan foaming agent dari asam laurat VCO memiliki tekstur sedikit kasar, berpori dan mengeras setelah 1 hari. Kinerja beton ringan yang dihasilkan memiliki densitas 1497,91 kg/m³ dan kuat tekan 2,8033 Mpa (Afifah et al. 2021)

Zainuddin, ahmad (2014) dalam penelitiannya Pengaruh Variasi Campuran Serbuk Alumunium Dalam Pembuatan Bata Beton Ringan Dengan Bahan Tambah Serbuk Gypsum. Rancangan campuran bata beton terbuat dari serbuk variasi aluminium sebesar 0%; 0,3%; 0,5% dan 0,7% dari berat semen, dan perbandingan 1kg semen : 6 kg pasir. Benda uji terbentuk dari silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan pengujian dilakukan benda uji berumur 28 hari. Pengujian meliputi, berat jenis beton, kuat tekan dan serapan air. Dengan menggunakan metode suatu percobaan guna mendapatkan suatu hasil yang menegaskan dan menjelaskan hubungan antara variable-variabel yang diselidiki. Hasil dari pengujian adalah nilai Berat jenis terkecil 1.946 kg/cm³ dan nilai berat jenis terbesar 2.069 kg/m³. Nilai Kuat tekan terkecil 13,599 MPa dan nilai kuat tekan terbesar 15,286 MPa. Nilai Serapan air terkecil 2.918 kg/cm³ dan nilai serapan air terbesar 4.403 kg/cm³. Hasil tersebut menunjukkan bahwa belum mampu menghasilkan beton ringan dengan penambahan serbuk alumunium terbanyak yaitu sebesar 0,7%. Serbuk alumunium mampu mengurangi berat jenis dalam pembuatan beton ringan sebesar 1,23%. Akan tetapi belum mencapai spesifikasi beton ringan yaitu 1.800 kg/m³. Serbuk aluminium tidak mampu berdiri sendiri sebagai bahan pengembang beton ringan sehingga perlu ditambah zat additive agar beton ringan bisa mengembang mencapai spesifikasi. Serbuk aluminium sifatnya beraerasi bukan mengembangkan beton. Karena adanya reaksi kimia antara serbuk aluminium dengan semen yang mengeluarkan gelembung udara aerasi dan beton cepat mengeras, sehingga dibutuhkan alat mesin pembuat beton ringan. (Ahmad Zainudin 2014)

Syahrlul (2022), dalam penelitiannya Karakteristik Beton Ringan Menggunakan Foam Agent (Sodium Lauryl Sulfate) Sebagai Busa. Hasil Penggunaan foam agent sebagai busa menghasilkan beton dengan berat jenis rata-rata 1355 kg/m³, sehingga memiliki kategori sebagai beton ringan. Berat jenis beton berkurang sebesar 43 % dari berat jenis beton normal. Kekuatan tekan beton sebesar 5,702 MPa. Selain itu, beton dengan kandungan busa diestimasi menjadi solusi ekonomis dalam fabrikasi beton dan komponen beton ringan dengan volume yang banyak seperti elemen struktur, dinding penyekat, elemen pengisian, land concrete perkerasan kaku dan timbunan jalan karena proses produksinya yang mudah dari pabrik hingga selesai. Produksi beton ringan yang stabil dipengaruhi sejumlah faktor, yakni jenis bahan busa, pola atau cara penyiapan bahan busa untuk memulai distribusi rongga udara (gelembung) yang seragam atau merata. (Syahrul 2022)

Haryanti, Ninis Hadi (2014), dalam penelitiannya Uji Abu Terbang PLTU Asam-Asam Sebagai Bahan Pembuatan Bata Ringan Telah dilakukan uji terhadap abu terbang dari limbah batubara yang digunakan pada PLTU Asam asam dengan hasil kandungan silika relatif tinggi (74,2% SiO₂) sedangkan alumina tidak terlalu tinggi (5,7% Al₂O₃), dan Fe₂O₃ sekitar 14,4%. Kandungan logam alkali (2,4% CaO dan 2,03% MgO) mendukung pembentukan ikatan material aluminosilikat. Karena kandungan CaO sekitar 2,4%, maka abu ini termasuk abu terbang kualitas ASTM kelas F. Abu terbang kelas F ini kadar kapurnya rendah (CaO < 10%), cocok berfungsi sebagai bahan low/ultra-low cement castable refractory yang tahan suhu tinggi. Komposisi kimia limbah abu terbang PLTU Asam asam Kalimantan Selatan menunjukkan bahwa kadar Al₂O₃ yaitu Al₂O₃ : SiO₂ = 5,7% : 74,2% atau nilai Al₂O₃/SiO₂ = 0,076819, yang berarti kadar alumina sangat kecil dibandingkan dengan silikanya. Dari hasil tersebut terlihat bahwa fly ash yang digunakan termasuk dalam kategori fly ash tipe F (ACI Manual of Concrete Practice 1993 Part 1 226.3R-3), dengan kadar SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ lebih dari 70% dan sesuai dengan syarat SNI 03-2460-1991. Fly ash kelas F disebut juga low-calcium fly ash, yang tidak mempunyai sifat cementitious dan hanya bersifat pozolanic. Oleh karena itu, limbah abu terbang PLTU Asam asam dapat digunakan sebagai bahan campuran (sebagai agregat) pembuatan bata ringan. (Hadi Haryanti 2014)

KESIMPULAN

Bata ringan merupakan bahan material untuk pemasangan dinding yang sedang populer didunia proyek konstruksi. Penggunaan bata merah mulai digantikan oleh bata ringan karena memiliki keunggulan diantaranya memiliki bobot yang relatif lebih ringan dibandingkan dengan bata merah meskipun mempunyai ukuran yang lebih besar daripada bata merah. Bata ringan memiliki kuat tekan yang tinggi, dapat mempercepat proses pelaksanaan pembangunan karena pemasangannya yang mudah, serta dapat meminimalisasi sisa material yang terbentuk akibat proses pemasangan dinding.

Material penyusun bata beton ringan diantaranya semen, pozzolan, agregat ringan dan juga bahan pengembang yang bisa menghasilkan pori didalam beton tersebut. Ada 2 macam jenis bata ringan Aerated Lightweight Concrete (ALC) atau sering disebut juga Autoclaved Aerated Concrete (AAC) dan CLC (Cellular Lightweight Concrete). Bata ringan AAC adalah beton selular dimana gelembung udara yang ada disebabkan oleh reaksi kimia, yaitu ketika bubuk aluminium atau aluminium pasta mengembang seperti pada proses pembuatan roti saat penambahan ragi untuk mengembangkan adonan. Bata ringan CLC adalah beton selular yang mengalami proses curing secara alami, CLC adalah beton konvensional yang mana agregat kasar (kerikil) digantikan oleh udara, dalam prosesnya menggunakan busa organik yang sangat stabil dan tidak ada reaksi kimia ketika proses pencampuran adonan, foam/busa berfungsi sebagai media untuk membungkus udara.

Teknologi pembuatan dinding bata ringan dengan teknologi dan inovasi terbaru menggunakan *green material*, dapat digunakan bahan limbah disekitar kita dapat sebagai bahan pengganti semen ataupun sebagai agregat tambahan. Limbah tentunya merupakan bahan material yang ramah lingkungan (*green material*) yang keberadaannya mudah ditemukan dilingkungan sekitar. Dari beberapa studi literatur yang sudah ditelaah, limbah diantaranya lumpur Lapindo, limbah serbuk kayu, fly ash, abu terbang, foam agent, serbuk aluminium, serbuk gypsum, *virgin coconut oil*, dapat diambil kesimpulan bahwa limbah tersebut dapat digunakan sebagai bahan pengganti dan material tambahan karena dapat berperan mengurangi penggunaan semen *portland* dan memenuhi kuat tekan serta daya serap air yang dipersyaratkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, Vega, and Sudirman Indra. 2021. "PANEL BETON PRACETAK UNTUK ELEMEN STRUKTUR RUMAH DUA LANTAI." 13.
- Adonaranita, Florentina. 2016. "Pengaruh Komposisi Lumpur Lapindo Sidoarjo Terhadap Mutu Bata Berdasarkan SNI 15-2094-2000." *Rekayasa Teknik Sipil* 1(1/REKAT/17):1-7.
- Afifah, Salmi, Ria Apriana, Aditya Widiyanto, and Wulan Tri Wahyuni. 2021. "Pemanfaatan Virgin Coconut Oil Sebagai Foaming Agent Pada Beton Ringan." *Analit: Analytical and Environmental Chemistry* 6(02):156-67. doi: 10.23960/aec.v6.i2.2021.p156-167.
- Ahmad Zainudin. 2014. "Pengaruh Variasi Campuran Serbuk Aluminium Dalam Pembuatan Bata Beton Ringan Dengan Bahan Tambah Serbuk Gypsum." 14(02):144-50.
- Hadi Haryanti, Ninis. 2014. "Uji Abu Terbang Pltu Asam Asam Sebagai Bahan Pembuatan Bata Ringan." *Jurnal Fisika FLUX* 11(2):129-39.
- Hunggurami, Elia, Wilhelmus Bunganaen, and Richardo Yeskial Muskanan. 2014. "Studi Eksperimental Kuat Tekan Dan Serapan Air Bata Ringan Cellular Light Weight Concrete Dengan Tanah Putih Sebagai Agregat." *Jurusan Teknik Sipil, FST Undana* 3(2):125-36.
- Karijanto, Michael Aditya, and Andre Rachman Wijaya. 2017. "Dan Tarik Perekat Bata Ringan." 1-8.
- Ningrum, Puspa, Harnedi Maizir, and Mizan Asnawi. 2022. "Penggunaan Limbah Serbuk Kayu Untuk Campuran Pembuatan Bata Ringan Hariskon." *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 6(5):1291-96.
- Novianti, Diah. 2012. "Pemanfaatan Lumpur Lapindo Untuk Mengurangi Penggunaan Semen." *Jurnal Cakrawala* Vol.7 No.1:1-22.

- Syahrul. 2022. "KARAKTERISTIK BETON RINGAN MENGGUNAKAN FOAM AGENT (Sodium Lauryl Sulfate) SEBAGAI BUSA." (November):1–8.
- Saktika (2021) 'Hebel vs Bata Merah'. Available at: <https://www.99.co/blog/indonesia/kekuatan-hebel-vs-bata-merah/> Goritman, B., Irwangsa, R. and Kusuma, J. H. (2012) 'Studi Kasus Perbandingan Berbagai Bata Ringan dari Segi Material, Biaya, dan Produktivitas', Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil,1(1).
- Tjokrodimuljo, K., 2007, Teknologi Beton, Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
- Yeni Nur,
<https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/5820/Yeni%20Nur%20BAB%20II.pdf?sequence=3>
- Ayu Nindyapuspa, (2017) Pozzolan Sebagai Bahan Pengganti Semen, <http://lingkungan.itats.ac.id/pozzolan-sebagai-bahan-pengganti-sebagian-semen/>
- Admin, (2020), Ketahanan Beton Ringan Dengan Menggunakan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Agregat, <https://sipil.uma.ac.id/ketahanan-beton-ringan-dengan-menggunakan-cangkang-kelapa-sawit-sebagai-agregat/>
- Amran, Y.H., Mugahed, Farzadnia, N., Dan Ali A.,A., 2015, Properties And Applications Of Foamed Concrete; A Review, Construction And Building Materials., 101: 990 – 1005
- Triastuti, Nugroho, A., dan Rahman, A, 2017, Pemanfaatan Abu Ampas Tebu dalam Pembuatan Beton Busa Ringan, Jurnal Permukiman, 12(1): 20 – 24.