

Pemanfaatan Lumpur Lapindo sebagai Bahan Baku Batako dengan Campuran Fiber Polypropylene

Adisty Novanka Effendy¹, Isran A. Malik², Ignatius Sudarsono³,

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Langlangbuana, Bandung

Jl. Karapitan No.116, Cikawao, Kec. Lengkong, Kota Bandung, Jawa Barat

E-mail: adistynove@gmail.com

Abstract — The abundance of unused Lapindo mud waste poses a significant environmental challenge in Indonesia. This mud contains silica, alumina, and iron oxide minerals, which have the potential to be utilized as a substitute material in the production of building components. However, its high plasticity and moisture content require modification to enable effective use. This study aims to evaluate the potential of Lapindo mud as a mixture material in the manufacturing of lightweight concrete bricks (batako), enhanced with Polypropylene (PP) fiber to improve reinforcement and reduce micro-cracking. The research employed a quantitative laboratory experimental method, using variations of Lapindo mud composition of 25%, 50%, and 100% replacing fine aggregate in the total mixture. Polypropylene fiber was added at a constant proportion of 0.5% of the total mix weight. The conducted tests included compressive strength, water absorption, density measurements, and Scanning Electron Microscope (SEM) analysis, referring to SNI 03-0349-1989 standards. Each test was performed to evaluate the impact of Lapindo mud and PP fiber addition, and to compare the results with conventional concrete bricks. The compressive strength test results for mixture I (25% mud + 0.5% PP fiber) produced a compressive strength of 6.47 MPa, meeting Quality II standards, while mixture II (50% mud + 0.5% PP fiber) met Quality IV standards with a compressive strength of 2.42 MPa. Meanwhile, conventional bricks met Quality III compressive strength with a value of 3.93 MPa. The water absorption test results on the bricks showed that the water absorption value of the conventional brick sample was 3.04%, mixture variation I was 5.11%, and mixture variation II was 1.84%. All three brick samples met Quality I $\leq 25\%$. Furthermore, in the specific gravity test, the results of mixture variation I were 2.128 g/cm³, mixture variation II showed a value of 2 g/cm³, and conventional bricks were 2.16 g/cm³. All brick variations were still within the standard range (1.0–2.0 g/cm³). Lapindo mud has been proven to be usable as a substitute for brick mix with a composition limit of $\leq 25\%$. The addition of polypropylene fiber successfully acts as a crack inhibitor when combined with the optimal composition.

Keywords: Concrete brick, Lapindo mud, Polypropylene fiber, Compressive strength, Water absorption

Abstrak — Melimpahnya material limbah lumpur lapindo yang tidak termanfaatkan akan menjadi tantangan bagi masalah lingkungan di Indonesia. Lumpur tersebut mengandung mineral silika, alumina, dan oksida besi yang berpotensi digunakan sebagai material substitusi dalam pembuatan bahan bangunan. Namun, sifat plastisitas dan kadar airnya yang tinggi membuatnya perlu dimodifikasi agar dapat digunakan secara efektif. Penelitian ini bertujuan untuk melihat potensi pemanfaatan lumpur Lapindo sebagai bahan campuran dalam pembuatan batako dengan tambahan serat Polypropylene (PP) Fiber sebagai bahan perkuatan dan menahan terjadinya retak mikro. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen kuantitatif laboratorium, dengan variasi komposisi lumpur Lapindo terhadap total bahan sebesar 25%, 50%, dan 100% sebagai substitusi pengganti agregat halus. Material Serat Fiber Polypropylene ditambahkan dalam proporsi tetap sebanyak 0,5% terhadap total berat campuran. Pengujian yang dilakukan meliputi uji kuat tekan, uji serap air, uji berat jenis, dan uji SEM (Scanning Electron Microscope) sesuai dengan SNI 03-0349-1989. Setiap pengujian bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan lumpur Lapindo dan Serat Fiber Polypropylene dan melihat perbandingannya dengan batako konvensional. Hasil pengujian kuat tekan Variasi campuran I (25% lumpur + 0,5% PP Fiber) menghasilkan kuat tekan 6,47 MPa memenuhi Mutu II, campuran II (50% lumpur + 0,5% PP Fiber) memenuhi Mutu IV dengan kuat tekan 2,42 Mpa. Sementara batako konvensional memenuhi kuat tekan mutu III dengan nilai 3,93 Mpa. Berikutnya pada hasil pengujian serapan air pada batako menunjukkan bahwa nilai serapan air sampel batako konvensional sebesar 3,04%, variasi campuran I sebesar 5,11%, dan variasi campuran II sebesar 1,84%. Ketiga sampel batako memenuhi nilai Mutu I $\leq 25\%$. Selanjutnya pada pengujian berat jenis, hasil variasi campuran I sebesar 2,128 g/cm³, variasi campuran II menunjukkan nilai 2 g/cm³, dan batako konvensional sebesar 2,16 g/cm³, seluruh variasi batako masih berada dalam rentang standar (1,0–2,0 g/cm³). Lumpur Lapindo terbukti dapat dimanfaatkan sebagai substitusi campuran batako dengan batas komposisi $\leq 25\%$ dengan penambahan Fiber Polypropylene berhasil sebagai penahan retak saat dikombinasikan dengan komposisi yang optimal.

Kata kunci: Batako, Lumpur Lapindo, Serat Fiber Polypropylene, Kuat tekan, Serapan air

I. PENDAHULUAN

Peningkatan pembangunan infrastruktur, di Indonesia mendorong pentingnya material konstruksi yang efisien dan berkelanjutan. Tantangan utama sektor konstruksi saat ini adalah mengurangi material alam serta mendorong pemanfaatan limbah yang belum tertangani secara optimal. Salah satu limbah yang hingga kini menjadi persoalan lingkungan adalah lumpur Lapindo yang mengandung silika dan alumina, sehingga memiliki potensi sebagai bahan substitusi agregat pada material bangunan.

Salah satu hasil penelitian menunjukkan jika penggunaan lumpur Lapindo sebagai pengganti pasir dan fly ash sebagai pengganti semen pada pembuatan batako tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kuat tekan, dengan nilai F-hitung rasio semen-fly ash sebesar 1,2233 dan rasio pasir-lumpur sebesar 1,3077. (Chandra Prasetya, Arif Rahman, dan Remba Yanuar Efranto 2020).

Studi lainnya mengungkapkan jika peningkatan konsentrasi lumpur Lapindo pada bata ringan mampu meningkatkan densitas dan kuat tekan, dengan capaian kuat tekan tertinggi 128 MPa pada konsentrasi 40% (Steven Mintura, Handri Denziger Wijaya, dan Didik Purwanto 2022). Meski demikian, peningkatan densitas memunculkan dilema pada bobot material sehingga diperlukan inovasi komposisi agar sifat mekanik dan bobot tetap seimbang.

Di sisi lain, serat polypropylene (PP fiber) terbukti efektif meningkatkan performa mekanik material berbasis semen, khususnya dalam mengurangi retak plastis, meningkatkan daktilitas, serta memperbaiki distribusi tegangan internal. Maryani (2023) melaporkan bahwa penambahan 0,25% PP fiber pada beton ringan meningkatkan kuat tarik belah dari 1,38 MPa menjadi 1,54 MPa. Penelitian oleh Ridho dan Mahyudin (2022) menunjukkan bahwa penambahan 4% PP fiber pada papan beton ringan meningkatkan kuat tekan menjadi 59,2 kg/cm² dan kuat lentur menjadi 49,5 kg/cm². Selanjutnya pada penelitian 2023 oleh Fajri menyebutkan jika Self-Consolidating Concrete (SCC) dengan penambahan 1% PP fiber menghasilkan peningkatan kuat tarik sebesar 122% dan kuat lentur sebesar 42%. Temuan serupa pada beton geopolimer menunjukkan peningkatan kuat tekan hingga 117,8% dan kuat lentur sebesar 76,1% pada penambahan 0,8% PP

fiber, disertai perubahan karakteristik retak menjadi lebih daktil

Berdasarkan temuan-temuan tersebut, kombinasi lumpur Lapindo sebagai bahan substitusi agregat dan serat polypropylene sebagai penguat internal memiliki potensi besar. Untuk itu, penelitian ini dilakukan guna mengevaluasi pemanfaatan dan kelayakan lumpur Lapindo sebagai bahan substitusi batako dengan campuran fiber polypropylene.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Batako merupakan salah satu jenis material dinding yang paling umum digunakan dalam proyek konstruksi, mulai dari bangunan sederhana hingga menengah. Secara konvensional, batako dibuat dari campuran semen dan pasir yang dicetak dan diawetkan. Batako konvensional dikenal memiliki kekuatan tekan serta daya tahan yang baik, namun masih memiliki beberapa keterbatasan. Keterbatasan utama batako konvensional adalah berat jenis yang relatif tinggi sehingga menambah beban pada struktur bangunan. Selain itu, penggunaan semen dan pasir alam dalam jumlah besar kurang ramah lingkungan karena berdampak pada eksploitasi sumber daya alam dan emisi karbon dari proses produksi semen. Walaupun demikian, batako konvensional tetap banyak digunakan karena mudah diproduksi, memiliki proses pencetakan yang sederhana, serta dapat dibuat baik secara industri maupun oleh produsen skala kecil di lapangan.

Persyaratan fisik batako mengacu pada SNI 03-0349-1989 untuk bata beton pasangan dinding, yang mencakup aspek penting seperti:

1. Kuat tekan;
2. Daya serap air;
3. Dimensi dan toleransi;
4. Berat jenis;
5. Bahan dan komposisi.

Hal yang penting untuk diperhatikan jika SNI 03-0349-1989 juga merupakan standar yang relevan untuk batako dan mencakup pengujian sifat fisik seperti bobot isi, yang mengacu pada massa benda uji dibagi volume, dan pengujian kuat tekan.

Tabel 1. Ukuran bata beton

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

Sumber: SNI 03-0349-1989

Tabel 2. Syarat fisis bata beton

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal				Tingkat Mutu Bata Beton Berlubang			
		I		II		I		II	
		I	II	I	V	I	II	I	V
1. Kuat tekan bruto* rata-rata min.	kg/c m ²	10	7	4	2	7	5	3	2
2. Kuat tekan bruto masing-masing benda uji min.	kg/c m ²	90	6	3	2	6	4	3	1
3. Penyerapan air rata-rata maks.	%	25	3	-	-	2	3	-	-

Sumber: SNI 03-0349-1989

A. Material Dasar

a) Lumpur Lapindo

Berbagai penelitian menunjukkan potensi lumpur Lapindo sebagai material konstruksi. Penelitian Purwanto dan Angkoso (2021) membuktikan bahwa lumpur ini dapat digunakan sebagai substitusi agregat halus pada *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) dengan kuat tekan yang memenuhi standar SNI 03-0349-1989. Kandungan mineral seperti silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃), dan oksida logam (Fe₂O₃, CaO, MgO) menjadikan lumpur ini mirip dengan bahan pozzolan alami. Secara fisik, lumpur Lapindo bersifat plastis saat basah, mengerut saat kering, memiliki kohesi yang baik, dan dapat dijadikan serbuk halus sebagai campuran konstruksi seperti paving block, bata, genteng, maupun beton ringan.

b) Semen

Semen merupakan komponen utama dalam pembuatan batako yang berfungsi sebagai

pengikat untuk membentuk kekuatan tekan dan kestabilan dimensi. Reaksi hidrolitik pada semen menghasilkan pengerasan yang stabil meskipun dalam kondisi basah.

c) Air

Air berperan fundamental dalam campuran batako, yaitu memicu reaksi kimia pengikatan semen serta membantu proses pencampuran agar mudah diolah dan dicetak.

d) Pasir

Berasal dari alam yang harus lolos saringan No.8 (2,36 mm) dan tertahan pada saringan No.200 (0,075 mm). Agregat harus bersih, tajam, memiliki permukaan kasar, dan bebas kotoran. Persyaratan mutunya meliputi: nilai Sand Equivalent ≥ 50 , berat jenis minimal 2,5, daya serap air maksimum 3%, serta kandungan lumpur tidak lebih dari 5%.

B. Material Pendukung

a) Serat Fiber Polypropylene

Serat Fiber Polypropylene (PP Fiber) adalah serat sintetis berbahan dasar polimer termoplastik polypropylene yang diperoleh melalui proses polimerisasi monomer propilena (C₃H₆). Serat ini memiliki sifat mekanis yang stabil, berat jenis rendah sekitar 0,91 g/cm³, titik leleh tinggi yaitu 160–170 °C, serta bersifat hidrofobik sehingga tidak menyerap kelembapan. PP Fiber banyak digunakan sebagai bahan aditif dalam beton, mortar, dan bata ringan untuk meningkatkan sifat mekanik dan durabilitas produk.

Dalam penelitian ini, PP Fiber direncanakan untuk menahan retak, menjaga bentuk selama proses pengeringan, dan memiliki ketahanan terhadap pelapukan serta bahan kimia, sehingga lebih unggul dibandingkan bahan alami. Serat ini berperan penting dalam pendistribusian tegangan internal serta menghambat propagasi retak mikro selama proses pemadatan dan pengeringan. Dengan sifat tersebut, polypropylene fiber menjadi bahan pendukung yang logis dan adaptif dalam formulasi material bangunan berbasis limbah, khususnya lumpur Lapindo.

III. METODE

A. Lokasi Penelitian

a) Tahap 1

Tahap pertama pengujian karakteristik lumpur Lapindo dilakukan di Laboratorium mekanika

tanah dan batuan ITS Surabaya Jalan. Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur (60117).



Gambar 1. LMTB ITS Surabaya

b) Tahap 2

Selanjutnya, tahap kedua pengujian hasil produk batako dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung Jalan Ciwaruga, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat (40559).

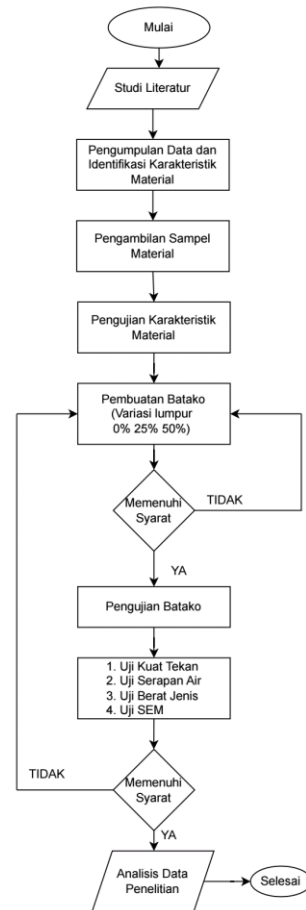


Gambar 2. Laboratorium uji bahan sipil atas polban

B. Metode Penelitian

Metoda penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif eksperimen laboratorium. Penelitian berfokus pada pengumpulan dan analisis data dengan pendekatan eksperimental untuk menguji seberapa layak komposisi lumpur Lapindo dan serat fiber polypropylene dikombinasikan sebagai substitusi material pembuatan batako. Data yang diperoleh dalam penelitian ini akan dianalisis dengan tahapan pengujian laboratorium untuk mendapatkan kesimpulan yang lebih objektif dan terukur. Metode diawali dengan pengujian kelayakan material lumpur Lapindo dan pasir di laboratorium, hasil pengujian dijadikan acuan dalam perhitungan komposisi ideal, yang kemudian dilanjut dengan pembuatan produk. Langkah terakhir dilakukan pengujian produk meliputi uji kuat tekan, berat jenis, dan serapan air, dan uji SEM untuk kemudian hasil analisis

dijadikan sebagai data perbandingan. Berikut bagan alir penelitian yang dilakukan:



Gambar 3. Bagan alir

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan akan diuraikan temuan dari penelitian yang telah dilakukan, mencakup pengujian karakteristik material, pengujian uji kuat tekan, daya serap air, uji berat jenis serta uji SEM.

1. Uji karakteristik Material

A. Lumpur Lapindo

Tabel 3. Kadar air lumpur

Titik Sampel	Satuan	Sampel 1	Sampel 1	Rata-rata
		- Nomor Uji 1,0 (BC7)	- Nomor Uji 2,0 (CB11)	
Berat cawan	gram	46,42	47,73	
Berat cawan + tanah basah	gram	69,21	83,22	
Berat cawan + tanah kering	gram	61,73	71,39	

suhu
105°C

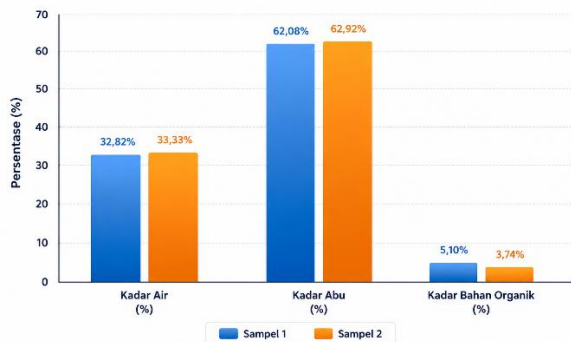
Berat air	gram	7,48	11,83	
Berat tanah basah	gram	22,79	35,49	
Kadar air	%	32,82	33,33	33,08

Tabel 4. Kadar abu lumpur

No. cawan	Satuan	AA	BC8	Rata-rata
Berat cawan	gram	45.97	48.65	
Berat cawan + tanah basah	gram	168.36	169.89	
Berat cawan + tanah kering suhu 440°C	gram	121.95	124.94	
Berat Tanah Kering	gram	75.98	76.29	
Berat tanah Basah	gram	122.39	121.24	
Kadar Abu	%	62.08	62.92	62.5

Tabel 5. Kadar bahan organik

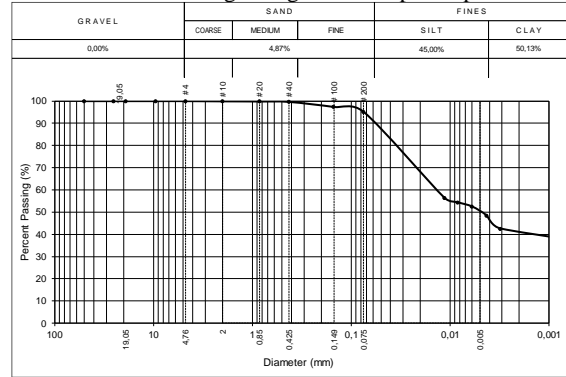
Nama Uji	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Kadar air	%	32,82	33,33	33,08
Kadar Abu	%	62,08	62,92	62,50
Kadar Bahan Organik	%	5,10	3,74	4,42



Gambar 4. Hasil uji kadar air, abu dan bahan organik

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sampel memiliki kadar air sebesar 32,82–33,33% dengan rata-rata 33,08%, kadar abu sebesar 62,08–62,92% dengan rata-rata 62,50%, serta kadar bahan organik sebesar 3,74–5,10% dengan rata-rata 4,42%.

Tabel 6. Hasil grafik gradasi lumpur Lapindo

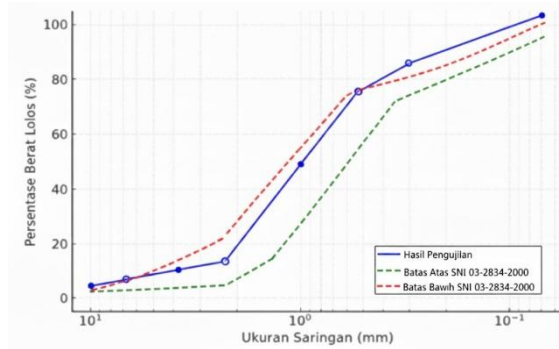


Hasil analisis menunjukkan bahwa 95,13% butiran material lolos ayakan No.200 (0,075 mm), menandakan bahwa material didominasi oleh lanau dan lempung.

B. Pasir

Tabel 7. Hasil gradasi pengujian pasir

No Saringan (mm)	(inci)	Berat Tertahan (gr)	(%) Berat Tertahan	(%) Berat Tertinggal Kumulatif	(%) Berat Lolos
9,5	–	0	0,00	0,00	100,00
4,75	No. 4	18	3,69	3,69	96,31
2,38	No. 8	50	10,25	13,93	86,07
1,19	No. 16	140	28,69	42,62	57,38
0,59	No. 30	135	27,66	70,29	29,71
0,27	No. 50	120	24,59	94,88	5,12
0,14	No. 100	12	2,46	97,34	2,66
0,07	No. 200	13	2,66	100,00	0,00
Wadah	–	2	0,40	0,00	100,00
Total Saringan (No. 200 – No. 4)		477,254			



Gambar 5. Hasil Uji Gradasi Agregat
(Sumber: Hasil Penelitian)

Hasil pengujian menunjukkan agregat halus memiliki persentase berat lolos yang bervariasi. Nilai Modulus Kehalusan (FM) sebesar 3,23, yang berarti agregat termasuk kategori pasir agak kasar (*coarse sand*). Maka, pasir yang diuji tergolong pasir kasar, masih memenuhi batas spesifikasi SNI. Selanjutnya grafik hasil uji gradasi menunjukkan bahwa kurva hasil pengujian (garis biru) berada di antara batas atas dan batas bawah SNI 03-2834-2000, khususnya pada rentang ukuran butir 0,3 mm – 4,75 mm.

2. Mix Design

Menurut PUBI (Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia) tahun 1982 menyebutkan jika mix design bahan baku batako yang terdiri dari pasir, semen dan air harus memiliki perbandingan 75 : 20 : 5. Perbandingan ini kemudian dikonversi menjadi 3,75 : 1 : 0,25 untuk memudahkan perhitungan. Meskipun PUBI menyarankan rasio tertentu, dalam praktiknya kebutuhan material harus tetap disesuaikan dengan kondisi dan *workability* adonan. Dalam penelitian ini, komposisi substitusi lumpur Lapindo ditetapkan sebanyak 25%, 50%, dan 100% secara bertahap dengan penambahan komposisi tetap serat PP Fiber 0,5% pada setiap campuran. Berikut kebutuhan komposisi 1 buah batako.

Tabel 8. *Mix design* batako

Material	Konvensional	Sampel I (25% Lumpur, 05% PP Fiber)	Sampel II (50% Lumpur, 05% PP Fiber)	Sampel III (100% Lumpur, 05% PP Fiber)
Semen Portland	3,75 kg	3,75 kg	3,75 kg	3,75 kg
Agregat / Pasir	6,35 kg	4,76 kg	3,175 kg	-
Air	0,303 L	0,303 L	0,303 L	0,303 L
Lumpur Lapindo	-	1,67 kg	3,175 kg	6,35 kg

Serat PP Fiber	-	0,03 kg	0,03 kg	0,03 kg
----------------	---	---------	---------	---------

Penelitian ini menggunakan sebanyak 16 sampel batako yang terdiri dari batako konvensional serta batako modifikasi dengan campuran lumpur Lapindo sebesar 25% dan 50%, masing-masing dilengkapi dengan 0,5% serat Polypropylene (PP Fiber). Dari total 16 sampel tersebut, dilakukan empat jenis pengujian, yaitu uji kuat tekan, uji berat jenis, uji daya serap air, dan uji SEM (Scanning Electron Microscope).

Tiga sampel pertama berasal dari batako konvensional yang digunakan untuk uji kuat tekan sebagai pembandingan dasar. Tiga sampel berikutnya merupakan batako dengan campuran 25% lumpur Lapindo dan 0,5% serat polypropylene, juga untuk uji kuat tekan, dengan tujuan melihat pengaruh penambahan lumpur dan serat terhadap kekuatan mekanis. Selanjutnya, tiga sampel berikutnya berasal dari batako dengan substitusi 50% lumpur Lapindo dan 0,5% serat polypropylene untuk mengamati sejauh mana peningkatan komposisi lumpur dapat mempengaruhi kekuatan tekan.

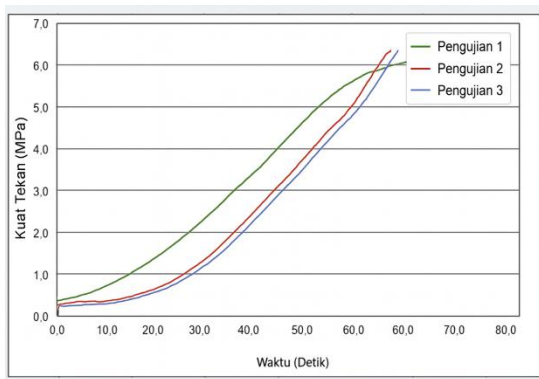
3. Pengujian Produk

A. Pengujian Kuat Tekan

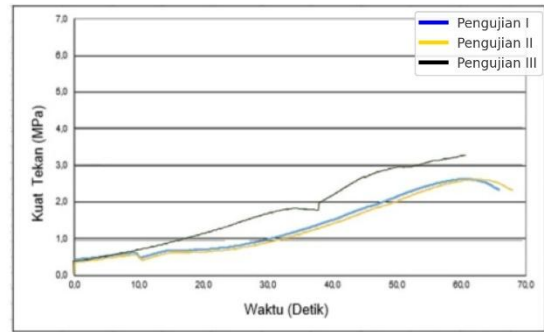
Dari hasil pengujian, variasi campuran I (25% lumpur lapindo + 0,5% serat PP Fiber) mendapat nilai kuat tekan rata-rata 6,47 MPa. Nilai ini melampaui batas minimal SNI Kelas II ($\geq 5,0$ MPa), sehingga batako dengan komposisi campuran ini dikategorikan sebagai batako dengan kualitas menengah keatas yang cocok untuk dinding pemikul beban (beban struktural). Sementara itu, variasi II (50% lumpur Lapindo + 0,5% serat PP Fiber) hanya mencapai rata-rata 2,42 MPa memenuhi standar minimal SNI kelas IV ($\geq 2,0$ MPa). Selanjutnya, pada batako konvensional mencapai nilai kuat tekan rata-rata 3,93 MPa, yang memenuhi ketentuan SNI untuk Kelas III ($\geq 3,5$ MPa).

Tabel 9. Hasil pengujian kuat tekan batako

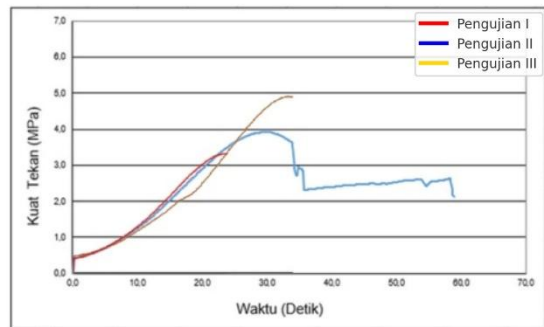
Benda Uji	Pembuatan	Tanggal Pengujian	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
Batako Lapindo 25% PP Fiber 0,5% (1)	15/09/2025	23/09/2025	11,34	223,8	6,35	6,47
Batako Lapindo 25% PP Fiber 0,5% (2)	09/10/2025	16/10/2025	11,62	271,0	6,53	
Batako Lapindo 25% PP Fiber 0,5% (3)	09/10/2025	16/10/2025	11,32	228,1	6,53	
Batako Lapindo 50% PP Fiber 0,5% (1)	15/09/2025	23/09/2025	10,82	92,5	2,63	2,42
Batako Lapindo 50% PP Fiber 0,5% (2)	09/10/2025	16/10/2025	10,68	79,6	2,63	
Batako Lapindo 50% PP Fiber 0,5% (3)	09/10/2025	16/10/2025	10,11	70,5	2,00	
Batako Biasa (1)	15/09/2025	23/09/2025	10,80	137,5	3,93	3,93
Batako Biasa (2)	09/10/2025	16/10/2025	11,26	161,6	4,56	
Batako Biasa (3)	09/10/2025	16/10/2025	10,68	117,3	3,31	



Gambar 6. Grafik kuat tekan sampel I



Gambar 7. Grafik kuat tekan sampel II



Gambar 8. Grafik kuat tekan sampel III

B. Uji Serapan Air

Tabel 10. Hasil perhitungan serapan air

Sampel	Berat benda uji SSD (gram)	Berat benda uji kering oven (gram)	Hasil Serapan Air
I (25% lumpur dan PP Fiber 0,5%)	11920	11340	5,11%
II (50% lumpur dan PP Fiber 0,5%)	11040	10840	1,84%
III (Batako Konvensional)	11520	11180	3,04%

Hasil pengujian menunjukkan jika nilai serapan air pada sampel normal sebesar 3,04%, campuran lumpur 25% sebesar 5,11%, dan campuran lumpur 50% sebesar 1,84%. Menurut SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding, batas maksimum serapan air untuk Mutu I (struktural) adalah 25%.

C. Uji Berat Jenis

Tabel 11. Hasil perhitungan berat jenis

Sampel	Berat benda uji SSD (gram)	Massa dalam air (Ba) (gram)	Hasil Berat Jenis
I (25% lumpur dan PP Fiber 0,5%)	11920	6,320	2,128 g/cm ³

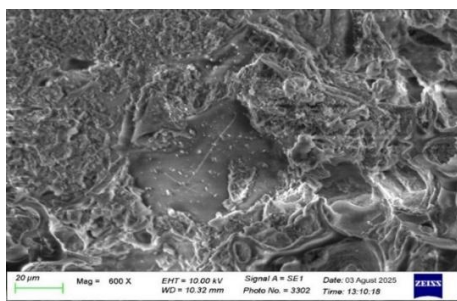
II (50% lumpur dan PP Fiber 0,5%)	11040	5,544	2,000 g/cm ³
III (Batako Konvensional)	11520	6,210	2,160 g/cm ³

Pengujian dilakukan untuk melihat Tingkat kerapatan material pada tiap variasi campuran batako. Hasil didapat pada campuran I (25% lumpur lapindo + 0,5% serat PP Fiber) memiliki nilai berat jenis sebesar 2,128 g/cm³, variasi II (50% lumpur Lapindo + 0,5% serat PP Fiber) menunjukkan nilai tertinggi yaitu 2 g/cm³, dan batako konvensional memiliki berat jenis sebesar 2,16 g/cm³. Bila dibandingkan dengan ketentuan SNI, seluruh variasi berada dalam rentang standar (1,0–2,0 g/cm³). Untuk perhitungan berat jenis bisa dilakukan dengan cara sebagai berikut:

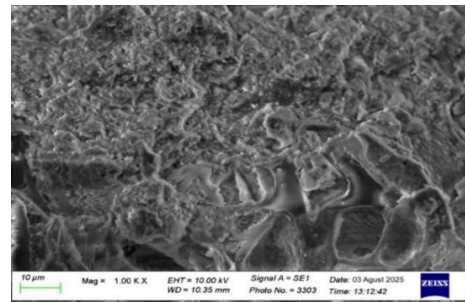
$$\rho = \frac{\text{Berat benda uji SSD (Bj) gram}}{\text{Berat benda uji SSD (Bj) gram} - \text{Massa dalam air (Ba) gram}} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

D. Uji SEM (Scanning Electron Microscope)

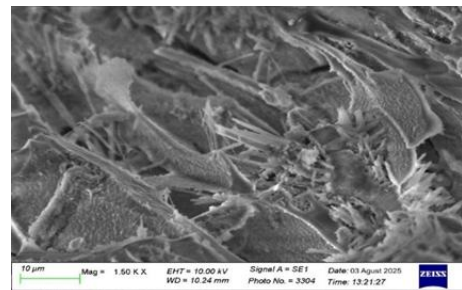
Pengujian ini bertujuan untuk melihat morfologi permukaan dan struktur mikro batako, terutama untuk melihat sebaran pori, dan bentuk material dalam pembesaran hingga 2000 kali. Hasil pengamatan SEM pada sampel variasi I (25% lumpur lapindo + 0,5% serat PP Fiber) di pembesaran 600x hingga 2000x menunjukkan bahwa struktur mikro batako dengan campuran lumpur Lapindo dan serat PP fiber mengalami peningkatan kepadatan dan homogenitas seiring bertambahnya pembesaran.



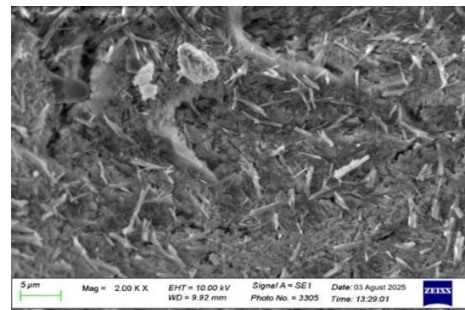
Gambar 9. Gambar mikroskopik pembesaran 600x



Gambar 10. Gambar mikroskopik pembesaran 1000x



Gambar 11. Gambar mikroskopik pembesaran 1500x



Gambar 12. Gambar mikroskopik pembesaran 2000x

V. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan jika material limbah lumpur Lapindo layak dan dapat dimanfaatkan sebagai substitusi campuran batako dengan batas komposisi ≤25% melalui pra metode stabilisasi penjemuran, pencampuran dengan material semen dan pasir sebelum disubstitusikan pada campuran. Penambahan Fiber Polypropylene berhasil menunjukkan penahan retak ketika dikombinasikan dengan komposisi yang optimal. Kegagalan pada pembuatan produk dengan variasi komposisi lumpur Lapindo 100% semakin memperkuat temuan jika variasi campuran I (25% lumpur lapindo + 0,5% serat PP Fiber) menjadi komposisi yang paling unggul karena berhasil mencapai nilai kuat tekan mutu kelas II melampui kuat tekan batako konvensional yang hanya berada pada mutu kelas III. Maka terdapat temuan jika batas kelayakan penambahan material lumpur Lapindo adalah ≤25%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan ucapan terima kasih kepada pihak Laboratorium ITS Surabaya serta kepala Laboratorium Teknik Sipil POLBAN yang telah memberikan arahan, fasilitas, serta dukungan selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ciptawati, E., Dzikrulloh, M. H. A., Septiani, M. O., Rinata, V., Rokhm, D. A., Azfa-Fauziyyah, N., & Sribuana, D. (2022). Analisis kandungan mineral dari lumpur panas Sidoarjo sebagai potensi sumber silika dan arah pemanfaatannya. *Indonesian Journal of Chemical Analysis*, 5(1), 18–28.
- Fadila, T., Khotimah, S. H., & Sudarsono, I. (2023). Effect of adding polypropylene plastic waste on compressive strength and flexural strength of concrete. *Journal of Civil Engineering and Vocational Education (CIVED)*, 10.
- Gunawan, P., Wibowo, W., & Suryawan, N. (2014). Pengaruh penambahan serat polypropylene pada beton ringan dengan teknologi foam terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas. *Matriks Teknik Sipil*, 2(2), 206–213.
- Maryani, D., & Lisantono, A. (2023). Pengaruh penambahan serat polypropylene terhadap sifat mekanik beton expanded polystyrene. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 17(3), 210–219.
- Prasetya, C., Rahman, A., & Efranto, R. Y. (2022). Analisa desain eksperimen pembuatan batako berbahan alternatif lumpur Lapindo dan fly ash dengan metode Taguchi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri (JRMSI)*, 1(1), 57–65.
- Purwanto, H., & Angkoso, R. (2021). Studi eksperimental pengaruh konsentrasi lumpur Lapindo sebagai pelarut mix design pembuatan bata ringan (Cellular Lightweight Concrete/CLC). *Jurnal Sebatik*, 25(1), 45–51.
- Ridho, A., & Mahyudin, S. (2022). Pengaruh penggunaan serat plastik terhadap kuat tekan dan kuat lentur papan beton ringan. *JFU (Jurnal Fundamental University)*, 7(4), 230–239.