



**UJI PRATEKAN KUALITAS BATAKO DARI BERBAGAI
DAERAH DI KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

Oleh

**Dwi Siti Nur Hayati
NIM 160210102043**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**UJI PRATEKAN KUALITAS BATAKO DARI BERBAGAI
DAERAH DI KABUPATEN JEMBER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Fisika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh

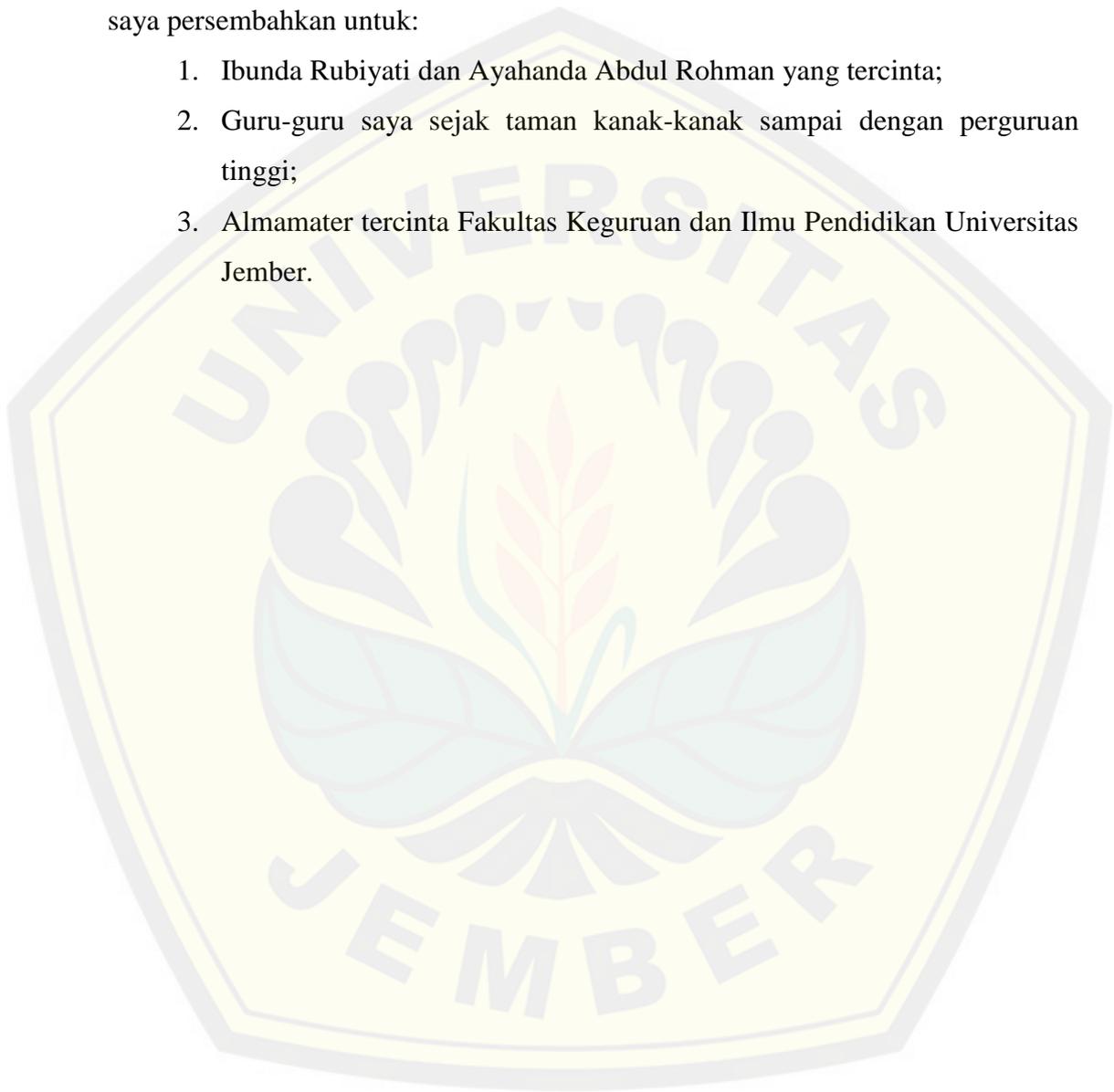
Dwi Siti Nur Hayati
NIM 160210102043

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, berkah dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat saya selesaikan. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Rubiyati dan Ayahanda Abdul Rohman yang tercinta;
2. Guru-guru saya sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
3. Almamater tercinta Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

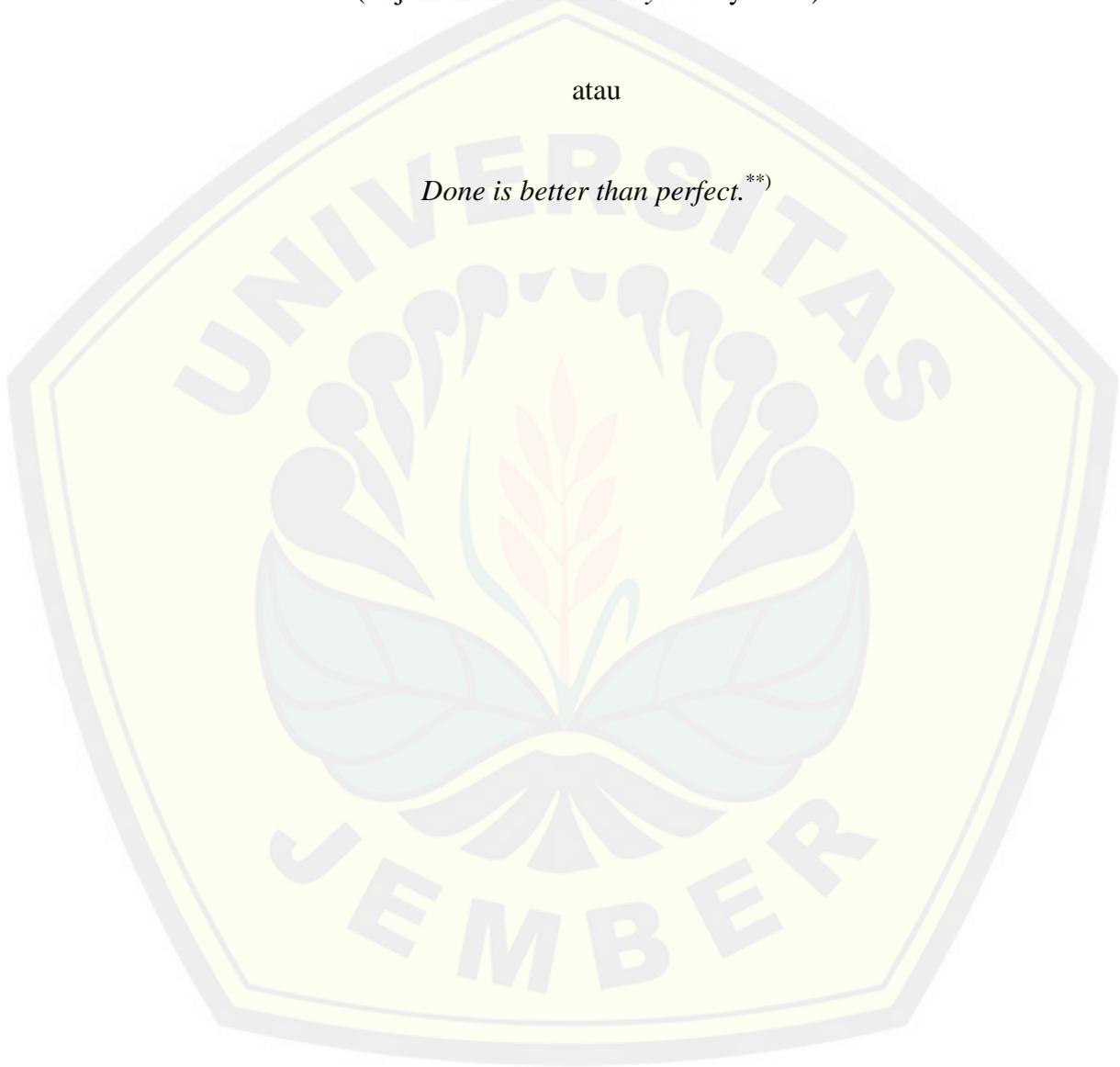


MOTO

Karena sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya setelah kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).
(terjemahan Surat *Al-Insyirah* ayat 5-7)^{*)}

atau

Done is better than perfect.^{**)}



^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2006. *Al-Qur'an dan Terjemahnya*. Surabaya: Karya Agung Surabaya.

^{**)} Santoso, Denny. 2017. *Done Is Better Than Perfect: Kisah Sukses Seorang Digital Marketer dan Serial Entrepreneur*. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwi Siti Nur Hayati

NIM : 160210102043

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Uji Pratekan Kualitas Batako dari Berbagai Daerah di Kabupaten Jember” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan di institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa adanya tekanan atau paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 April 2020

Yang menyatakan,

Dwi Siti Nur Hayati
NIM 160210102043

SKRIPSI

**UJI PRATEKAN KUALITAS BATAKO DARI BERBAGAI
DAERAH DI KABUPATEN JEMBER**

Oleh

Dwi Siti Nur Hayati
NIM 160210102043

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Yushardi, S.Si., M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Lailatul Nuraini, S.Pd., M.Pd

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Uji Pratekan Kualitas Batako dari Berbagai Daerah di Kabupaten Jember” karya Dwi Siti Nur Hayati telah diuji dan disahkan pada :
hari, tanggal : Senin, 20 April 2020
tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Dr. Yushardi, S.Si., M.Si.
NIP. 19650420 199512 1 001

Lailatul Nuraini, S.Pd., M.Pd.
NRP. 760016812

Anggota II,

Anggota III,

Dr. Drs. Sri Handono B. P., M.Si.
NIP. 19580318 198503 1 004

Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si.
NIP. 19620401 198702 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196808021993031004

RINGKASAN

Uji Pratekan Kualitas Batako dari Berbagai Daerah di Kabupaten Jember;
Dwi Siti Nur Hayati; NIM 160210102043; 2020: 37 Halaman; Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Kabupaten Jember merupakan salah satu Kabupaten di Jawa Timur yang memiliki potensi pertambangan terutama pasir. Meningkatnya permintaan pasar akan bahan bangunan disebabkan oleh meningkatnya kebutuhan manusia akan bangunan. Sumber daya alam berupa pasir yang melimpah di Kabupaten Jember menjadi daya dukung masyarakat Jember untuk memproduksi batako. Kualitas batako perlu diketahui agar menjadi pertimbangan masyarakat untuk memilih bahan bangunan.

Fisika material merupakan salah satu kajian fisika yang membahas sifat-sifat mekanik material, salah satunya adalah kekuatan. Kuat tekan merupakan sifat mekanik material yang menyatakan kemampuan material dalam menerima beban maksimum hingga pecah. Kuat tekan menjadi salah satu indikator kualitas batako. Sehingga, informasi kualitas batako penting untuk diketahui. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis hasil uji kuat tekan batako dari berbagai daerah di Kabupaten Jember untuk menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi.

Jenis penelitian ini adalah eksperimen. Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember. Metode pengambilan data melalui pengukuran langsung, tidak langsung dan observasi. Tahapan penelitian ini adalah tahap pengambilan sampel, pemeriksaan lapangan, persiapan, pengujian kuat tekan, hasil, analisis dan kesimpulan. Pengambilan sampel dari 5 Kecamatan di Kabupaten Jember, yaitu Sukowono, Silo, Antirogo, Sumberbaru dan Wuluhan. Sampel akan dilakukan pemeriksaan lapangan yang terdiri dari pemeriksaan dimensi dan pemeriksaan komposisi batako. Sampel akan didiamkan hingga berusia minimal 28 hari sebelum diuji kuat tekan.

Berdasarkan hasil uji kuat tekan didapatkan nilai kuat tekan maksimum masing-masing sampel adalah sampel batako A dari Sukosari, Kecamatan Sukowono sebesar $25,32 \text{ kgf/cm}^2$, sampel batako B dari Sempolan, Kecamatan Silo sebesar $38,22 \text{ kgf/cm}^2$, sampel batako C dari Antirogo, Kecamatan Sumbersari sebesar $41,09 \text{ kgf/cm}^2$, sampel batako D dari Pringgowirawan, Kecamatan Sumberbaru sebesar $34,84 \text{ kgf/cm}^2$ dan sampel batako E dari Tamansari, Kecamatan Wuluhan sebesar $20,95 \text{ kgf/cm}^2$. Nilai kuat tekan tertinggi masing-masing sampel didapatkan oleh sampel batako C dan nilai kuat tekan terendah didapatkan oleh sampel batako E.

Sedangkan nilai kuat tekan rata-rata setiap sampel didapatkan nilai kuat tekan rata-rata sampel batako A sebesar $21,25 \text{ kgf/cm}^2$, sampel batako B sebesar $35,07 \text{ kgf/cm}^2$, sampel batako C sebesar $33,94 \text{ kgf/cm}^2$, sampel batako D sebesar $31,40 \text{ kgf/cm}^2$ dan sampel batako E sebesar $18,16 \text{ kgf/cm}^2$. Nilai kuat tekan rata-rata tertinggi didapatkan oleh sampel batako B dan nilai kuat tekan rata-rata terendah didapatkan oleh sampel batako E.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hasil uji pratekan kualitas batako dari berbagai daerah di Kabupaten Jember menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi adalah sampel batako B dari Sempolan, Kecamatan Silo sebesar $35,07 \text{ kgf/cm}^2$. Perbandingan antara semen, agregat dan air yang digunakan sebesar 1:10,5:1,5 dan metode pemadatan secara manual. Walaupun sampel batako B menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi, tetapi belum memenuhi syarat mutu II. Namun, sampel batako B memenuhi syarat mutu IV yang dapat digunakan sebagai dinding non struktural seperti dinding penyekat antar ruang di perkantoran atau rumah, pagar dalam rumah, dinding kolam renang di dalam ruangan, dinding kolam ikan hias atau ikan ternak dan dinding penyekat pada peternakan yang pemasangannya juga dibawah atap.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Pratekan Kualitas Batako dari Berbagai Daerah di Kabupaten Jember”. Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Rektor Universitas Jember.
2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah memberikan fasilitas sehingga skripsi ini dapat selesai;
3. Ketua jurusan Pendidikan MIPA yang telah memberikan fasilitas sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
4. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memberikan fasilitas sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
5. Drs. Maryani, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
6. Dr. Yushardi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Lailatul Nuraini, S.Pd., M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
7. Dr. Drs. Sri Handono Budi Prastowo, M.Si., selaku Dosen Penguji Utama dan, Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikirannya guna memberikan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
8. Ibunda Rubiyati, ayahanda Abdul Rohman, kakak saya Wasis Wahyuni sekeluarga dan nenek saya Sringatin yang telah memberikan dorongan dan doanya demi terselesaikannya skripsi ini;
9. Al-kosan Muslimah dan Balesra Community yang selalu memberikan dukungan selama saya menjadi mahasiswa;

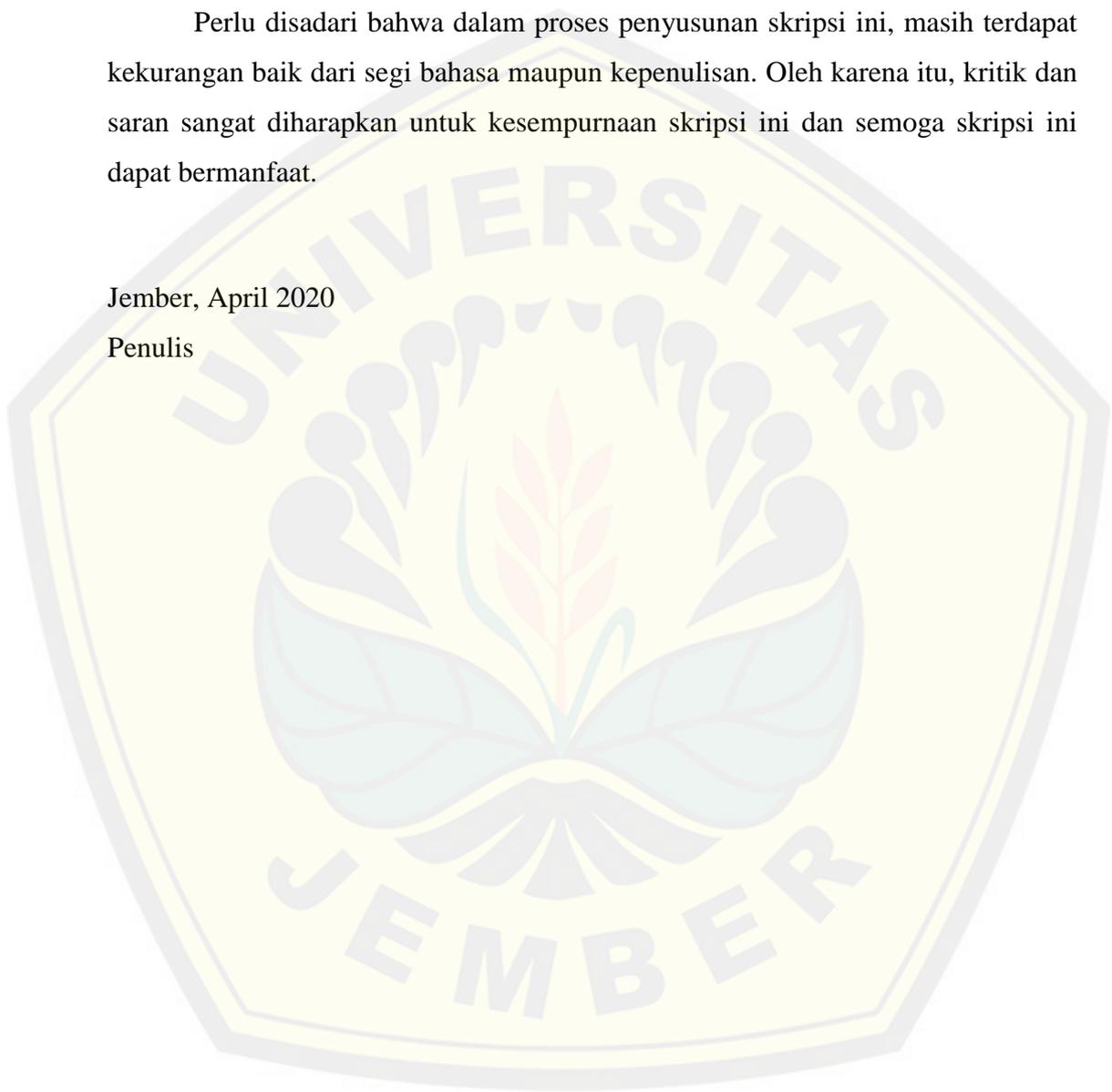
10. Teman-temanku seluruh keluarga Pendidikan Fisika Angkatan 2016 yang selalu membantu, memberikan do'a dan semangat dalam perkuliahan serta dalam penyelesaian skripsi ini;

11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Perlu disadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini, masih terdapat kekurangan baik dari segi bahasa maupun kepenulisan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan untuk kesempurnaan skripsi ini dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, April 2020

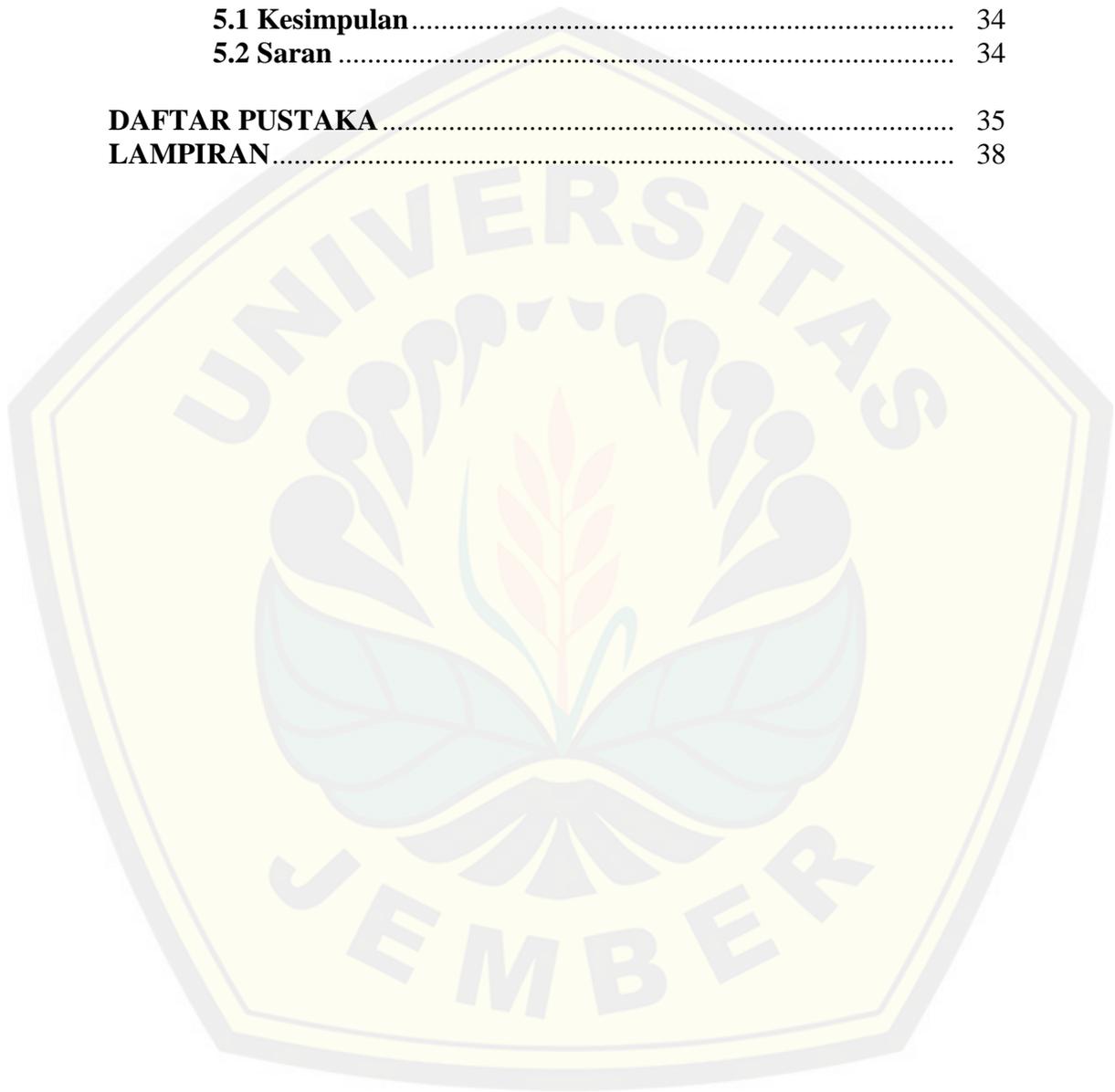
Penulis



DAFTAR ISI

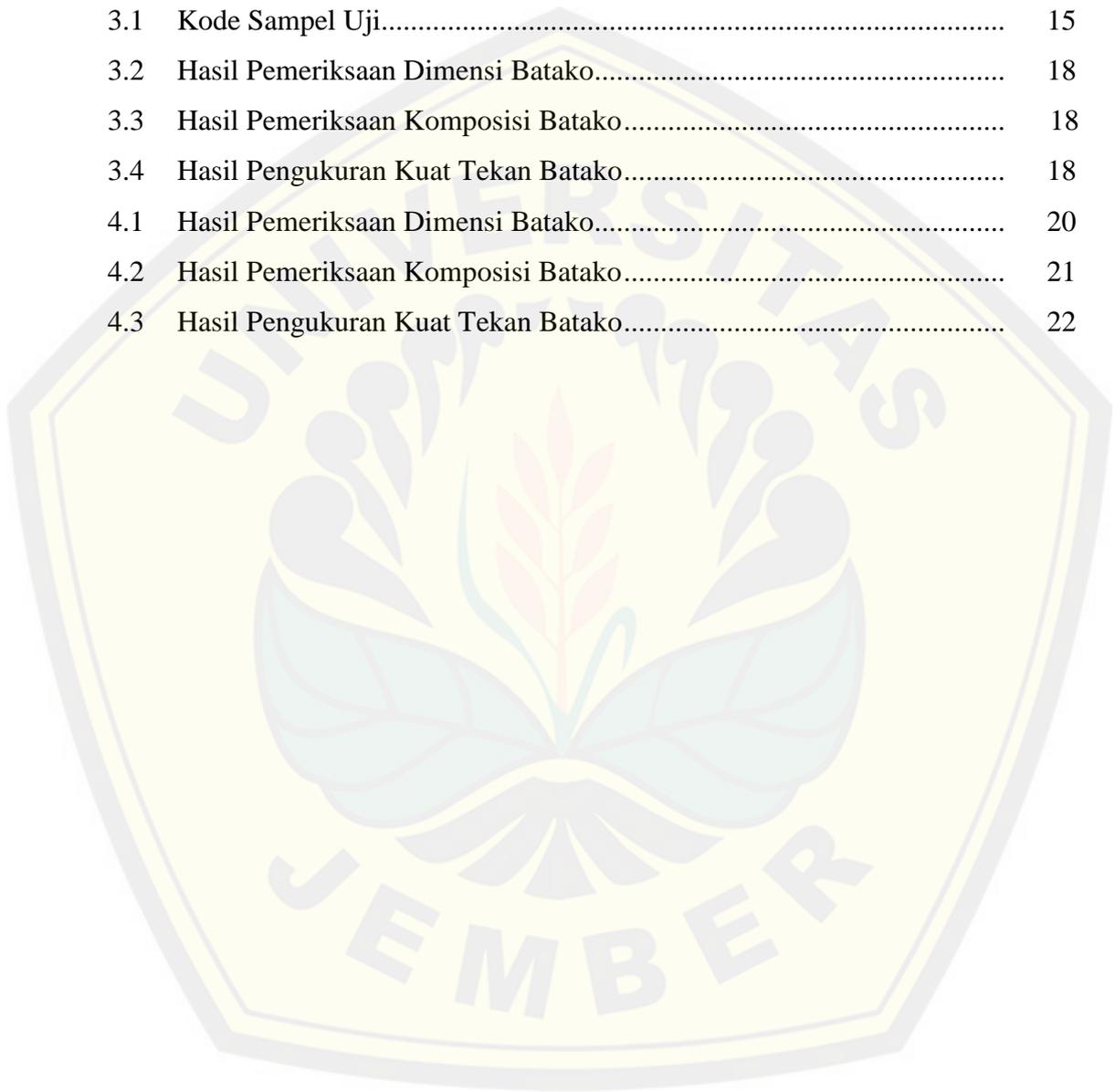
	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Batako	6
2.2 Kuat Tekan	9
BAB 3. METODE PENELITIAN	12
3.1 Jenis Penelitian	12
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	12
3.3 Definisi Operasional Variabel	12
3.3.1 Kuat Tekan	12
3.3.2 Kualitas Batako	12
3.4 Diagram Alur Penelitian	13
3.4.1 Pengambilan Sampel	14
3.4.2 Pemeriksaan Lapangan	14
3.4.3 Persiapan	14
3.4.4 Pengujian Kuat Tekan	14
3.4.5 Hasil	15
3.5 Alat dan Bahan	15
3.6 Langkah-langkah Penelitian	15
3.6.1 Pengambilan Sampel	15
3.6.2 Pemeriksaan Lapangan	16
3.6.3 Pengujian Kuat Tekan	16
3.7 Teknik Pengumpulan Data	17
3.8 Metode Analisis Data	18
3.8.1 Tabel Hasil Pengukuran	18

3.8.2 Grafik	19
3.8.3 Teknik Analisa Data.....	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Data Hasil Penelitian	20
4.2 Pembahasan.....	25
BAB 5. PENUTUP.....	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	38



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Syarat Fisis Kuat Tekan Batako	10
3.1 Kode Sampel Uji.....	15
3.2 Hasil Pemeriksaan Dimensi Batako.....	18
3.3 Hasil Pemeriksaan Komposisi Batako.....	18
3.4 Hasil Pengukuran Kuat Tekan Batako.....	18
4.1 Hasil Pemeriksaan Dimensi Batako.....	20
4.2 Hasil Pemeriksaan Komposisi Batako.....	21
4.3 Hasil Pengukuran Kuat Tekan Batako.....	22

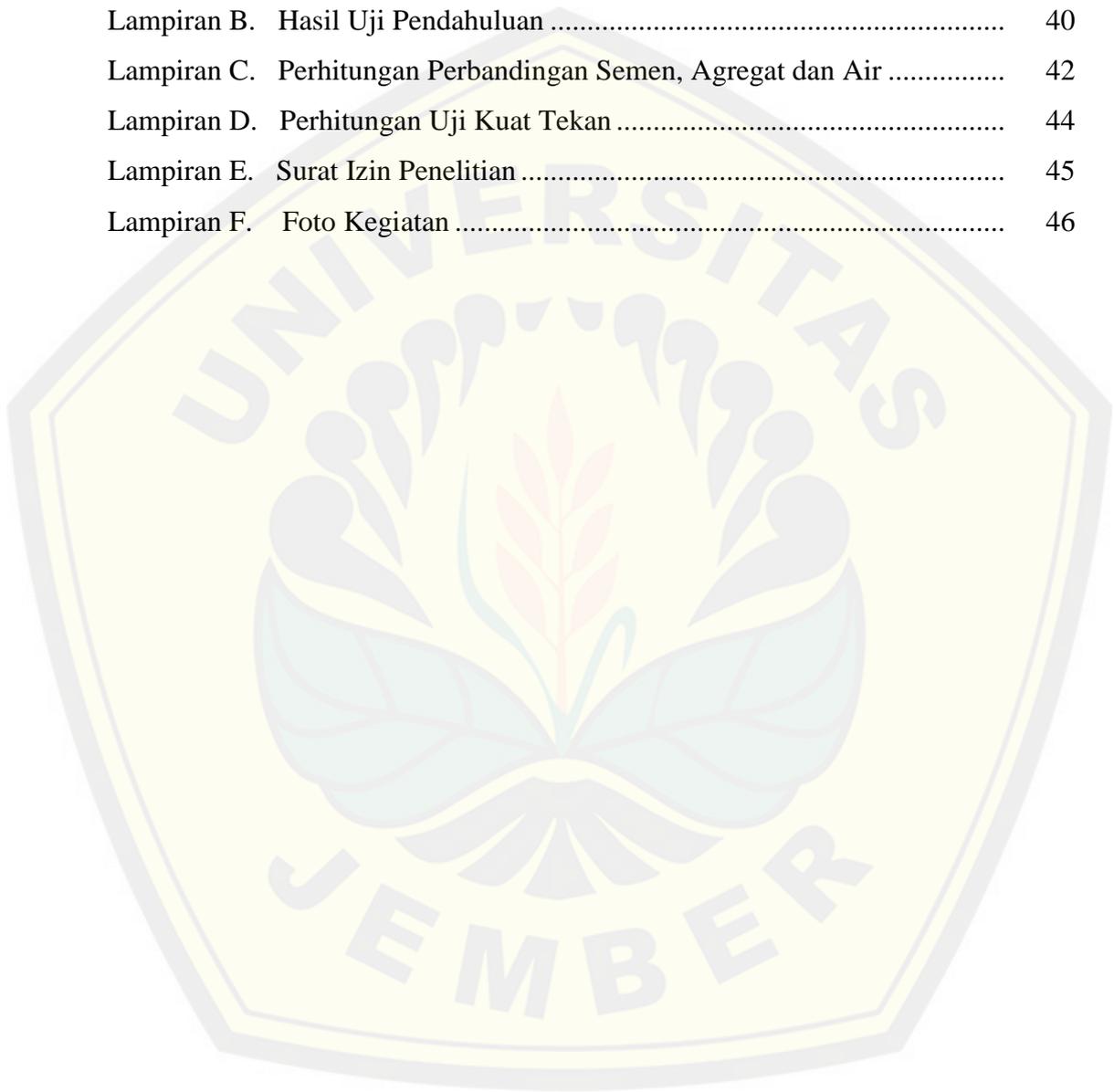


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Diagram Alur Penelitian	13
3.2 <i>Material Testing Equipment</i>	14
3.3 Diagram Hasil Pengukuran Kuat Tekan Maksimum Batako	19
3.4 Diagram Hasil Pengukuran Kuat Tekan Rata-rata Batako	19
4.1 Diagram Hasil Pengukuran Kuat Tekan Maksimum Batako	23
4.2 Diagram Hasil Pengukuran Kuat Tekan Rata-rata Batako	24
1. Tempat Produksi Batako Sukowono	46
2. Pemeriksaan Batako Sukowono	46
3. Batako Sukowono	46
4. Tempat Produksi Batako Silo	47
5. Pemeriksaan Batako Silo	47
6. Batako Silo.....	47
7. Tempat Produksi Batako Sumpersari	48
8. Pemeriksaan Batako Sumpersari	48
9. Batako Sumpersari.....	48
10. Tempat Produksi Batako Sumberbaru	49
11. Pemeriksaan Batako Sumberbaru	49
12. Batako Sumberbaru	49
13. Tempat Produksi Batako Wuluhan.....	50
14. Pemeriksaan Batako Wuluhan.....	50
15. Batako Wuluhan	50
16. Pengujian Kuat Tekan.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Matrik Penelitian	38
Lampiran B. Hasil Uji Pendahuluan	40
Lampiran C. Perhitungan Perbandingan Semen, Agregat dan Air	42
Lampiran D. Perhitungan Uji Kuat Tekan	44
Lampiran E. Surat Izin Penelitian	45
Lampiran F. Foto Kegiatan	46



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Usaha pertambangan merupakan satu diantara banyak jenis usaha yang berpotensi besar di Indonesia. Menurut UU No. 4 Tahun 2009, pertambangan diartikan sebagai serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk meneliti, mengelola, dan mengusahakan mineral, dari kegiatan penyelidikan, eksploitasi sampai kegiatan setelah pelaksanaan tambang (Wibowo *et al.*, 2015: 54). Jenis-jenis bahan galian di Indonesia di bagi menjadi tiga, menurut UU No. 11 Tahun 1967 yaitu bahan galian golongan A, B, dan C. Pasir merupakan salah satu jenis dari bahan golongan galian C (Sudrajat, 2013: 54-55). Jawa Timur merupakan daerah yang terdiri dari 38 Kabupaten/Kota. Jawa Timur dibagi menjadi 3 bagian utama berdasarkan fisiografi dan kondisi geologinya yaitu bagian utara, tengah dan selatan. Salah satu potensi dari bagian tengah adalah bahan galian konstruktif (Dinas Energi dan Sumber Daya Alam, 2014: 6-7).

Kabupaten Jember merupakan salah satu Kabupaten di Jawa Timur yang memiliki potensi di bidang pertambangan. Potensi bahan tambang berupa tambang pasir, besi, mangan dan batu kapur yang tersebar di beberapa Kecamatan (Wahyuningtyas, 2018: 85). Kabupaten Jember juga memiliki bentang alam lengkap karena terdapat laut, pesisir, pegunungan dan gumuk. Terdapat tiga jenis gumuk di Jember dan salah satunya merupakan jenis gumuk pasir. Jumlah gumuk yang terinventarisasi sebanyak 1.670 buah dan yang belum terinventarisasi berjumlah 285 menurut data Buku Putih Sanitasi Kabupaten Jember 2012. Gumuk tersebut tersebar di Kecamatan Arjasa, Sumpersari, Jelbuk, Sukowono, Kalisat, Pakusari, Mayang, Sumberjambe dan Ledokombo (Hariani *et al.*, 2015: 47). Hal tersebut membuat Kabupaten Jember memiliki potensi besar di bidang pertambangan, terutama pasir.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan manusia akan bangunan, berakibat pada peningkatan permintaan bahan bangunan di pasar. Kualitas produk termasuk ke dalam faktor yang menjadi alasan pembelian seseorang. Kualitas tinggi akan memungkinkan untuk menentukan harga jual yang tinggi. Namun,

terdapat asas yang menyebutkan bahwa semakin tinggi kualitas produk akan mengurangi pembelian karena harganya yang tinggi (Ghassani, 2017: 2). Kecenderungan harga menjadi patokan kualitas maupun brand suatu barang. Peningkatan kebutuhan dan tingginya harga akan bahan bangunan tersebut seharusnya diiringi dengan peningkatan kualitas bahan itu sendiri. Kualitas batako menurut SNI (BSNI, 1989: 1-3) tentang bata beton untuk pasangan dinding salah satunya dapat dilihat dari nilai kuat tekannya.

Sumber daya alam berupa pasir yang melimpah menjadi daya dukung masyarakat Jember untuk memproduksi material bangunan dalam industri rumahan hingga pabrik besar. Salah satu material bangunan yang dibuat adalah batako. Batako merupakan salah satu alternatif bahan bangunan yang memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah cepat dalam pemasangan. Meskipun bersifat non-struktural, batako harus memenuhi mutu tertentu karena batako berperan dalam memikul beban konstruksi. Sehingga perlu mengetahui kualitas batako agar masyarakat dapat mempertimbangkan material bangunan yang akan digunakan.

Fisika merupakan salah satu ilmu dasar yang melandasi bidang ilmu material sains dan teknik dalam kajian fisika material. Fisika material membahas sifat-sifat material dan mengelompokkan material berdasarkan sifatnya. Selain itu, perkembangan bidang ilmu tersebut mengarahkan pada inovasi terciptanya material baru (Suryantari dan Elok, 2013: 2). Secara garis besar, material memiliki sifat-sifat yang mencirikannya. Salah satu sifat tersebut adalah sifat mekanik material. Kuat tekan merupakan salah satu sifat mekanik material yang menyatakan kemampuan material menerima beban maksimum hingga pecah.

Penelitian yang dilakukan oleh Utari *et al* (2014: 3-6) mengambil beberapa sampel batu bata press dan manual di Kecamatan Tenayan dan Rumbai. Hasilnya menyatakan hubungan berbanding lurus antara kuat tekan dan densitas pada material batu bata merah. Batu bata merah manual di Kecamatan Rumbai memiliki kualitas tertinggi dengan kuat tekan sebesar $10,82 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ dan densitasnya sebesar $2486,880 \text{ kg/m}^3$.

Penelitian yang dilakukan oleh Prayuda *et al*(2017: 32-39) yaitu menganalisis sifat fisik dan mekanik bata beton di Yogyakarta. Sampel yang diambil berjumlah 10 yang tersebar di 4 Kabupaten, yaitu Bantul, Sleman, Gunung Kidul dan Yogyakarta. Sifat fisik yang dianalisis berupa ukuran, tekstur, densitas, daya serap air dan *Initial Rate of Suction* (IRS). Sementara itu, sifat mekanik yang dianalisis berupa kuat tekan. Nilai kuat tekan rata-rata tertinggi adalah $34,714 \text{ kg/cm}^2$ dan terendah sebesar $8,828 \text{ kg/cm}^2$. Satu sampel masuk kategori kelas bata beton mutu B30, dua sampel masuk ketagori B25, sedangkan sisanya tidak masuk kategori karena memiliki nilai kuat tekan yang kurang dari 25 kg/cm^2 . Hasil pemeriksaan dilapangan menunjukkan kualitas batako yang bervariasi juga disebabkan oleh faktor jenis semen, jenis agregat, perbandingan semen dan agregat dan metode pemadatan.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Sari *et al* (2017: 1) yaitu membandingkan pengaruh beberapa jenis pasir terhadap kekuatan beton yang meliputi kuat torsi, lentur dan tarik. Pasir yang digunakan dari jenis yang berbeda yaitu pasir timah, pasir sungai dan pasir gunung. Hasilnya menjelaskan bahwa untuk berat jenis kuat tekan paling tinggi dihasilkan oleh pasir bangka, tetapi hasil uji kuat tekan menyatakan bahwa yang mempunyai kuat tekan tertinggi adalah pasir gunung pada usia 28 hari.

Penelitian yang dilakukan oleh Hendriyani *et al*(2017: 319) dengan mencampurkan kertas HVS sebagai bahan tambahan batako berdampak pada meningkatnya kadar penyerapan air dibandingkan dengan batako tanpa campuran kertas HVS. Kadar air pada batako 0% kertas HVS sebesar 29,20%, kadar air 5% kertas HVS sebesar 31,65%, kadar air 10% kertas HVS sebesar 32,34% dan kadar air 15% kertas HVS sebesar 32,90%. Daya serap air batako akan sangat bergantung pada besar kecilnya pori-pori yang terdapat pada batako. Semakin banyak pori-pori batako, maka akan semakin besar pula kadar air yang diserapnya, sehingga ketahanannya juga akan berkurang (Sipayung dalam Hermanto *et al.*, 2014: 493).

Penelitian yang dilakukan oleh Hendriyani *et al*(2017: 319) juga menunjukkan nilai kuat tekan yang bertambah seiring bertambahnya persentase

kertas HVS sebagai campuran. Kuat tekan tertinggi terdapat pada campuran kertas HVS sebesar 10%. Batako tanpa campuran menghasilkan kuat tekan 75,63 kg/cm², batako dengan campuran 5% menghasilkan kuat tekan 76,25 kg/cm², batako dengan campuran 10% menghasilkan kuat tekan 78,13 kg/cm² dan campuran 15% menghasilkan kuat tekan 76,25 kg/cm². Sedangkan, apabila daya serap air batako besar maka material tersebut akan berkurang ketahanannya. Nilai kuat tekan tersebut didapatkan dari pengujian yang dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari dalam kondisi kering (langsung diuji coba tanpa perlakuan).

Bedasarkan uraian tentang potensi pertambangan pasir di Kabupaten Jember, kuat tekan dikaji dalam fisika material, penelitian-penelitian sebelumnya terkait kuat tekan bata merah, pengaruh jenis pasir pada kuat tekan bata beton, pengaruh campuran HVS terhadap kualitas batako, analisis sifat fisik dan mekanik bata beton di Yogyakarta, serta pentingnya informasi kualitas material bangunan seiring kebutuhan akan bahan bangunan yang terus meningkat, maka penelitian ini mengambil judul “Uji Pratekan Kualitas Batako dari Berbagai Daerah di Kabupaten Jember”.

Penelitian ini akan membahas kuat tekan pada batako yang diambil dari beberapa rumah produksi di Jember. Untuk memperkuat data, maka penelitian ini juga akan membahas jenis dan merk semen, jenis dan daerah asal agregat, perbandingan komposisi batako berupa semen, agregat dan air serta metode pemadatan yang digunakan dalam pembuatan batako.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah yang dapat dituliskan yaitu, bagaimana hasil uji pratekan kualitas batako dari berbagai daerah di Kabupaten Jember untuk menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi?

1.3 Batasan Masalah

- a. Tolok ukur kualitas batako adalah hasil uji kuat tekan.
- b. Ukuran batako yang digunakan memiliki panjang 300-390 mm, lebar 140-160 mm dan tebal 90-110 mm.

- c. Bentuk batako berupa balok.
- d. Jenis batako yang diteliti adalah batako semen pejal mutu II dengan nilai kuat tekan rata-rata $\geq 70 \text{ kgf/cm}^2$ yang digunakan sebagai pasangan dinding rumah atau dinding struktural.
- e. Asumsi dasar bahwa penelitian ini tidak membahas mengenai karakteristik khusus setiap jenis agregat yang digunakan, seperti kadar lumpur, kadar air, gradasi, kadar garam, massa jenis dan modulus halus butir.
- f. Pengambilan sampel terdapat pada 5 tempat di Kecamatan Sukowono, Silo, Sumber Sari, Wuluhan dan Sumberbaru.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil uji pratekan kualitas batako dari berbagai daerah di Kabupaten Jember untuk menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada semua pihak diantaranya:

- a. Bagi peneliti, penelitian ini menambah pengetahuan dan pengalaman peneliti mengenai fisika bahan, khususnya pada materi sifat mekanik material.
- b. Bagi pembaca, hasil penelitian ini dapat memberikan informasi kepada pembaca atau masyarakat akan kualitas batako di Jember. Selain itu, dapat digunakan rujukan pembaca sebagai bahan bangunan yang berkualitas.
- c. Bagi peneliti lain, merupakan bahan yang dapat digunakan rujukan untuk pengembangan terkait penelitian sejenis tentang pembuatan batako atau material bangunan lainnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batako

Bata beton atau batako merupakan salah satu jenis bata yang digunakan untuk pasangan dinding (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 1989: 1). Bata beton juga diartikan sebagai salah satu jenis bahan bangunan yang tidak membutuhkan pembakaran dalam proses pengerasan (Winarno dan Pujantara, 2015: 2). Bentuk batako sangat beragam karena pembuatannya melalui cetakan. Bentuk batako yang paling umum adalah balok, sedangkan bentuk lain berupa silinder dan masih banyak bentuk lain yang disesuaikan dengan kebutuhan (Siregar, 2013: 2). Komposisi batako terdiri dari pasir, semen dan air dengan perbandingan 75%: 20%: 5%. Perbandingan tersebut sesuai dengan pedoman teknis yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 1986 (Hendriyani *et al.*, 2017: 316).

Bahan utama dari jenis batako semen adalah semen portland, air dan agregat. Batako digolongkan menjadi dua, yaitu batako pejal dan batako berlubang. Batako pejal merupakan bata yang 75% atau lebih berupa penampang pejal dari luas penampang keseluruhan dan 75% volume pejal dari volume keseluruhan. Berdasarkan kegunaannya batako dibagi menjadi beberapa kelompok, diantaranya adalah mutu II dan mutu IV. Batako mutu II merupakan salah satu jenis batako pejal dengan nilai kuat tekan rata-rata $\geq 70 \text{ kg/cm}^2$ yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terhindar dari cuaca luar (di bawah atap). Batako jenis ini biasanya digunakan sebagai pasangan dinding rumah. Sedangkan batako mutu IV merupakan batako dengan nilai kuat tekan rata-rata $\geq 25 \text{ kg/cm}^2$ yang hanya digunakan untuk dinding penyekat dan konstruksi yang tidak memikul beban, serta terlindung dari cuaca luar (Darmono, 2012: 82).

Bahan-bahan penyusun batako diantaranya:

a. Semen

Semen memiliki peranan pokok sebagai pengikat butir-butir agregat yang mengisi ruang udara antara butir-butir tersebut dalam bentuk massa padat.

Peranan semen menjadi sangat penting karena sebagai bahan pengikat antar bahan bangunan, meskipun persentase komposisi semen hanya sekitar 10% dalam beton.

Semen berasal dari berbagai campuran dan susunan yang kompleks dan merupakan produk industri. Berdasarkan karakteristiknya, semen dikelompokkan ke dalam dua golongan yaitu semen non-hidrolik dan semen hidrolik. Semen non-hidrolik adalah jenis semen yang berkemampuan mengeras di udara, seperti kapur. Sedangkan semen hidrolik merupakan semen yang berkemampuan mengeras jika dicampur dengan air. Contoh semen hidrolik adalah semen pozzolan, terak, portland, portland pozzolan dan kapur hidrolik. Semen portland merupakan jenis semen yang sering digunakan dalam pembuatan bangunan seperti beton (Winarno dan Pujantara, 2015:4).

Seiring dengan perkembangan industri semen, pabrik semen mengembangkan inovasi semen dengan aplikasi dan kualitas yang tidak jauh berbeda dengan semen portland tipe I. Jenis semen tersebut adalah PCC (Portland Composite Cement). Secara umum, PCC didesain agar memiliki kekuatan mirip dengan OPC (Ordinary Portland Cement) atau semen portland tipe I. Hal tersebut dikarenakan PCC mengalami penggilingan lebih halus pada bahan klinker sehingga kekuatan tekan akan bertambah akibat luas permukaan butiran semen per satuan massa menjadi lebih tinggi dibanding OPC. PCC pada dasarnya merupakan OPC yang dicampur dengan aditif seperti abu terbang atau bahan lain yang bersifat cementitious. Komposisi PCC mengarah pada jenis semen pendukung produksi material bangunan yang lebih ramah lingkungan (Pangestu, 2018: 128). Kelebihan semen PCC jika dibandingkan dengan semen portland tipe I diantaranya memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dan daya serap air lebih kecil (Sebayang dan Mardiansah, 2018: 70).

b. Agregat

Komposisi agregat dalam batako memiliki presentase yang besar, yaitu berkisar 60%-70% dari keseluruhan campuran batako. Peranan agregat adalah sebagai bahan isian. Karena presentase yang besar, peranan agregat ini menjadi sangat penting. Batako dapat dibuat dengan jenis agregat alam ataupun agregat

buatan. Berdasarkan ukurannya dalam SNI 03-2461-2002, agregat dikelompokkan menjadi dua yaitu kasar dan halus. Butiran agregat kasar berukuran $> 4,75$ mm, sedangkan butiran agregat halus berukuran $< 4,75$ mm (Winarno dan Pujantara, 2015: 4).

Sifat tahan kusut, keretakan dan tingkat kekerasan batako dipengaruhi oleh pasir. Menurut SNI 03-2461-2002 pasir bermutu baik harus memiliki beberapa syarat diantaranya bebas dari tanah liat, lumpur, garam dan zat organik, sifatnya keras, kekal dan memiliki gradasi yang baik. Syarat utama pasir yang digunakan sebagai bahan pembuatan batako adalah tahan akan perubahan cuaca. Sedangkan pasir laut tidak diperbolehkan untuk menjadi agregat batako (Winarno dan Pujantara, 2015: 4).

Jenis agregat yang sering digunakan dalam pembuatan material bangunan adalah pasir sungai dan pasir gunung (Sari *et al*, 2017: 1). Pasir sungai merupakan pasir yang diperoleh langsung dari sungai. Umumnya, pasir ini berbutir halus dan berbentuk bulat akibat gesekan (Qomaruddin *et al*, 2018: 7). Pasir gunung merupakan jenis pasir yang diperoleh dari hasil galian dengan butiran kasar dan tidak terlalu keras sehingga membentuk suatu massa padat (Daryanto dalam Pau dan Santis, 2017: 52).

Selain pasir, abu batu merupakan jenis agregat yang dapat digunakan untuk bahan isian batako. Abu batu merupakan jenis agregat alam yang diperoleh secara langsung dari alam maupun dari proses pemecahan batuan alam (Soumokit, 2015: 2106). Abu batu juga digunakan sebagai agregat pengisi campuran dalam pembuatan batako. Secara umum, kualitas batako yang ditambahkan abu batu sebagai campurannya akan meningkat dibandingkan dengan batako tanpa abu batu (Ramdani *et al*, 2017: 160). Abu batu juga merupakan material yang baik digunakan sebagai bahan tambahan pada campuran beton pengganti pasir alami (Triaswati *et al*, 2019: 42). Pemakaian abu batu dapat menghemat semen karena kandungan senyawa silika yang mampu mengeras jika dicampur dengan semen (Raswitaningrum dan Setiawan, 2019: 2-3).

c. Air

Air berfungsi sebagai pemicu terjadinya proses kimia dalam semen pada pembuatan batako dan memberikan kemudahan dalam pembuatannya dengan cara membasahi agregat. Secara umum, air yang digunakan dalam pembuatan batako adalah air bersih atau air yang dapat dikonsumsi. Sebab, kualitas batako akan menurun jika yang digunakan untuk pembuatannya adalah air yang tercemar oleh minyak, gula, garam ataupun zat kimia lainnya. Agar bereaksi dengan sempurna, semen memerlukan air sebesar 32% dari berat semen. Apabila jumlah air tidak terpenuhi, maka akan mengakibatkan berkurangnya kualitas batako. Faktor Air Semen atau yang dikenal dengan singkatan f.a.s memiliki nilai berkisar 0,3-0,6 atau sesuai dengan keadaan adukan agar mudah pengerjaannya (Winarno dan Pujantara, 2015: 4-5).

2.2 Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan salah satu sifat mekanik material dan menjadi faktor penting dalam pemilihan bahan untuk konstruksi maupun perancangan. Jenis pembebanan dalam praktiknya dibagi menjadi dua, statik dan dinamik. Perbedaan diantara jenis pembebanan tersebut terletak pada fungsi waktu. Pembebanan statik tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu dan sebaliknya, pembebanan dinamik dipengaruhi oleh fungsi waktu. Untuk mengetahui dan mendapatkan sifat mekanik material biasanya dilakukan dengan pengujian mekanik yang bersifat merusak (*destructive test*). Hasil pengujian akan berupa data, kurva maupun diagram yang mencirikan keadaan material uji (Sari, 2018: 19).

Material uji akan dibuat dalam spesimen atau sampel kecil. Spesimen akan menjadi representasi keseluruhan material apabila berasal dari jenis, komposisi dan perlakuan yang sama. Ketepatan pengujian didapatkan hanya jika spesimen memenuhi aspek ketepatan dalam pengukuran, kemampuan mesin dan kualitas dalam pembuatan material uji (Sari, 2018: 19).

Sifat mekanis bahan yang menjelaskan respon bahan terhadap bobot yang dibebankan dan kerusakan yang terjadi salah satunya adalah kekuatan. Kekuatan adalah sifat bahan yang didasarkan pada kemampuan material merenggang

sebelum rusak (failure). Sifat ini didefinisikan oleh tegangan dan batas proporsional (Zainuri, 2008: 104). Kuat tekan mengindikasikan kualitas dari sebuah struktur material. Semakin tinggi kualitas struktur material, maka akan semakin tinggi pula kualitas batako yang dihasilkan (Hermanto *et al.*, 2015: 492).

Upaya pencegahan kerusakan konstruksi material bangunan akibat dari beban (lalu lintas), agregat harus memiliki ketahanan terhadap tekanan. Kuat tekan material adalah kemampuan untuk menahan beban tekan yang diberikan, sehingga mengalami deformasi yang pertama kali. Secara umum, bentuk material uji berupa kubus atau silinder. Hal tersebut bertujuan agar selisih nilai kuat tekan antara keduanya tidak jauh berbeda atau sangat kecil sehingga bisa diabaikan (Sukandarrumidi, 2018: 25).

Kuat tekan material didefinisikan sebagai jumlah beban yang mampu ditahan dibagi dengan luas penampang material yang dikenai gaya (Winarno dan Pujantara, 2015: 5). Uji kuat tekan adalah salah satu indikator untuk menentukan kualitas batako. Penggolongan batako berdasarkan kuat tekannya dibagi menjadi 4, baik untuk batako pejal maupun berlubang yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Syarat fisis kuat tekan batako

Jenis Batako	Mutu Batako	Kuat tekan bruto minimum (kg/cm ²)	
		Rata – rata	Per benda uji
Pejal	I	100	90
	II	70	65
	III	40	35
	IV	25	21

(Badan Standarisasi Nasional, 1989: 2)

Kuat tekan bruto diartikan sebagai keseluruhan beban yang diberikan (tekan) pada saat benda diuji coba pecah, lalu dibagi dengan luas permukaan keseluruhan termasuk luas lubang dan cekungan tepi. Pengukuran kuat tekan batako dapat didasarkan pada standar ASTM C-133-97 dan dapat dihitung dengan persamaan (2.1) berikut.

$$\sigma'_b = \frac{m}{A} \quad (2.1)$$

Keterangan:

σ'_b = kuat tekan material (kgf/cm²)

m = beban maksimum yang mampu ditahan (kgf)

A = luas penampang (cm²)

(Kusdiyono *et al.*, 2018: 69)

Pengukuran kuat tekan bertujuan untuk mengetahui dan menguji ketahanan material bangunan (Lestari *et al.*, 2016: 206). Kuat tekan beton akan bernilai tinggi dengan bertambahnya umur beton. Umur beton dihitung sejak beton dicetak. Laju kenaikan kuat tekan beton pada mulanya tetap dan semakin lama semakin melambat. Sehingga ditentukan syarat untuk pengujian adalah umur 28 hari (Simanjuntak dan Saragi, 2015: 4).

Setiap sampel akan memiliki nilai kuat tekan yang berbeda-beda. Hal tersebut dikarenakan batako merupakan material yang sifatnya heterogen, kuat tekannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, kecepatan pembebanan dan kondisi lingkungan sekitar saat pengujian (Siagian dan Dermawan, 2011: 26).

Selain perbandingan air semen dan tingkat kepadatannya, kuat tekan batako juga dipengaruhi oleh beberapa hal berikut:

1. Jenis dan kualitas semen.
2. Jenis agregat pengisi dan permukaannya.
3. Suhu yang memiliki andil dalam proses pengerasan batako.
4. Umur, dalam keadaan normal kekuatan batako akan bertambah seiring dengan bertambahnya umur batako. Tahap awal hidrasi hanya berlangsung reaksi kimia pada bagian luar partikel semen. Sementara, partikel yang belum mengalami hidrasi akan terus menyerap air dari udara meskipun air pencampurnya sudah kering. Proses kimia yang berlangsung ini akan meningkatkan kekuatan dan kepadatan batako. Kekuatan bertambahnya umur batako bergantung pada jenis semen. Contohnya semen dengan kadar alumina tinggi akan menghasilkan batako yang kuat hancurnya pada 24 jam sama dengan semen Portland pada 28 hari (Murdock dalam Syamsuir, 2018: 31).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimen. Manipulasi merupakan salah satu karakteristik penting dalam jenis penelitian eksperimen ini. Manipulasi adalah penciptaan kondisi yang diinginkan peneliti pada objek penelitian. Manipulasi bertujuan untuk mempelajari hubungan sebab atau mengukur efek variabel yang telah dimanipulasi (Sugiyanto, 2009: 98).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel dan pemeriksaan lapangan batako pejal dari 5 Kecamatan di Jember, yaitu Kecamatan Sukowono, Silo, Sumbersari, Sumberbaru dan Wuluhan. Pengujian kuat tekan batako akan dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember. Penelitian akan dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2019/2020.

3.3 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel digunakan agar peneliti dapat mencapai hasil yang sesuai dengan variabel yang telah didefinisikan berdasarkan konsep penelitian. Agar tidak terjadi kesalahpahaman pengertian terhadap istilah-istilah yang digunakan, berikut penjelasan variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini:

3.3.1 Kuat tekan batako

Kuat tekan (kgf/cm^2) merupakan kemampuan batako untuk menahan beban maksimum sampai terjadinya deformasi pertama. Kuat tekan didapatkan dari pengukuran beban maksimum yang mampu ditahan batako dibagi dengan luas permukaan batako yang diuji.

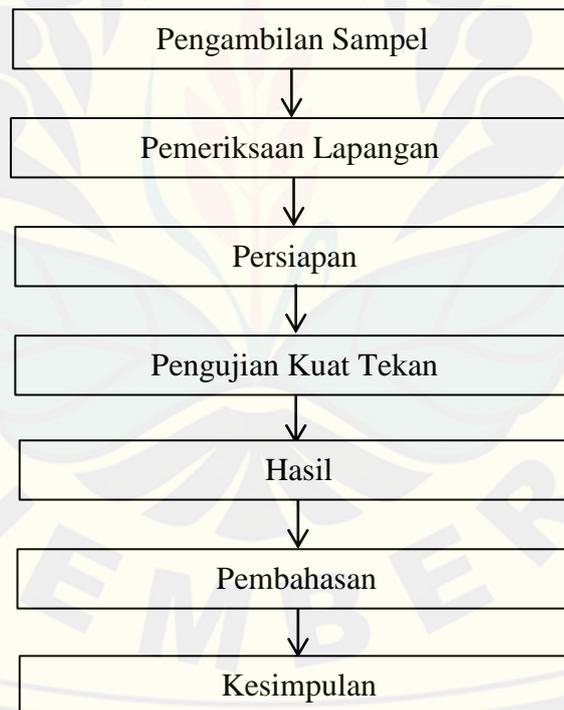
3.3.2 Kualitas batako

Kualitas batako merupakan keseluruhan karakteristik yang menggambarkan tingkat mutu batako. Faktor yang mempengaruhi kualitas batako

adalah jenis agregat, semen, perbandingan bahan yang digunakan dalam pembuatan batako dan metode pemadatan yang digunakan. Agregat merupakan material berbentuk butiran yang digunakan sebagai bahan pengisi. Semen merupakan bahan perekat agregat. Perbandingan merupakan perbandingan antara semen, agregat dan air. Metode pemadatan adalah cara membentuk batako sesuai cetakan dengan tujuan meminimalisir rongga dan menambah kekuatan batako.

3.4 Diagram Alur Penelitian

Diagram alur ini berisi mengenai tahap awal hingga akhir penelitian berupa tahap pengambilan sampel, pemeriksaan lapangan, persiapan, pengujian kuat tekan, hasil, pembahasan berupa analisis data dan kesimpulan. Diagram alur pada penelitian ditunjukkan dalam Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

3.4.1 Pengambilan Sampel

Sampel batako pejal diambil pada 5 tempat produksi yang tersebar di Kecamatan Sukowono, Silo, Sumpersari, Sumberbaru dan Wuluhan. Sampel kemudian didiamkan hingga berumur 28 hari.

3.4.2 Pemeriksaan Lapangan

Pemeriksaan lapangan terdiri dari pemeriksaan dimensi batako dan pemeriksaan komposisi batako. Pemeriksaan dimensi batako berupa pengukuran panjang, lebar dan tebal batako. Sedangkan pemeriksaan komposisi batako berupa pemeriksaan jenis dan merk semen, jenis dan asal agregat, perbandingan antara semen, agregat dan air serta metode pemadatan yang digunakan dalam pembuatan batako.

3.4.3 Persiapan

Persiapan yang dilakukan berupa penyiapan alat dan bahan yang digunakan. Langkah awal yang dilakukan sebelum menggunakan alat praktikum dengan terlebih dahulu mengkalibrasi *material testing equipment*.

3.4.4 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan menggunakan *material testing equipment*, yang ditunjukkan dalam Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 *Material testing equipment*

Pengujian dilakukan dengan meletakkan sampel pada alat secara simetri pada posisi sesuai dengan penggunaannya, ditekan dengan penambahan skala sampai sampel pecah dan tidak terjadi penambahan skala. Sampel batako yang diuji kuat tekannya, akan memiliki nilai yang tinggi jika mampu menahan beban

yang lebih besar sebagaimana ditunjukkan oleh skala angka yang ditunjuk jarum dibandingkan dengan sampel lainnya.

3.4.5 Hasil

Penelitian ini akan menghasilkan data-data berupa hasil pemeriksaan lapangan dan nilai kuat tekan batako di lima sampel yang tersebar dari 5 Kecamatan di Jember.

3.5 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. *Material testing equipment* digunakan untuk mengukur kuat tekan batako.
- b. Batako pejal digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini.
- c. Sendok semen digunakan untuk merapihkan permukaan batako.
- d. Grindra digunakan untuk memotong batako.
- e. Mistar untuk mengukur ukuran dan toleransi batako.
- f. Gelas ukur untuk menampung dan mengukur volume air.

3.6 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini terbagi menjadi tiga yaitu pengambilan sampel, pemeriksaan lapangan dan pengujian kuat tekan sebagai berikut.

3.6.1 Pengambilan Sampel

1. Mengambil sampel batako pada lokasi yang telah ditentukan.
2. Memberikan identitas sampel uji menggunakan kode yang ditunjukkan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Kode sampel uji

No.	Lokasi	Kode
1.	Sukosari, Kec. Sukowono	A
2.	Sempolan, Kec. Silo	B
3.	Antirogo, Kec. Sumbersari	C
4.	Pringgowirawan, Kec. Sumberbaru	D
5.	Tamansari, Kec. Wuluhan	E

3.6.2 Pemeriksaan Lapangan

1. Mengukur dimensi batako sampel A berupa panjang, lebar dan tebal menggunakan mistar.
2. Mencatat hasil pada Tabel 3.2.
3. Mengukur perbandingan komposisi adonan batako dalam sekali pembuatan dengan terlebih dahulu mengukur volume timba yang digunakan di tempat produksi batako sampel A menggunakan gelas beaker.
4. Mengukur jumlah semen, agregat dan air yang digunakan di tempat produksi batako sampel A menggunakan timba yang telah diukur volumenya dan gelas beaker.
5. Mencatat hasil perhitungan perbandingan antara semen, agregat dan air batako sampel A dalam Tabel 3.3.
6. Mencatat jenis dan merk semen, jenis dan asal agregat dan metode pemadatan dalam pembuatan batako sampel A dalam Tabel 3.3.
7. Mengulangi langkah 1-6 dengan menggunakan sampel batako B sampai dengan E.

3.6.3 Pengujian Kuat Tekan

1. Memotong sampel batako A menjadi dua bagian.
2. Meratakan bidang tekan pada bagian permukaan sampel dengan sekop.
3. Mengukur panjang dan tebal untuk menentukan luas penampang menggunakan mistar.
4. Mencatat hasil perhitungan luas penampang dalam Tabel 3.4.
5. Mengatur tatakan agar bagian atas batako tepat menyentuh pembeban.
6. Meletakkan sampel batako pada tatakan *material testing equipment* dengan posisi sentris.
7. Memutar sekup kecil searah dengan jarum jam secara penuh.
8. Menempatkan jarum penunjuk skala masing-masing pada angka 0.
9. Menutup pintu pelindung.
10. Menekan tombol power pada *material testing equipment* untuk memulai proses pembebanan.

11. Melakukan pembebanan sampai jarum penunjuk menunjukkan angka tertinggi dan tidak mengalami penambahan (tepat sebelum mengalami penurunan angka).
12. Mencatat beban maksimum yang mampu ditahan selama pembebanan sampel dalam Tabel 3.4.
13. Memutar sekup kecil berlawanan dengan arah jarum jam.
14. Membuka pintu pelindung dan mengeluarkan sampel batako A.
15. Mengeluarkan benda uji.
16. Menghitung kuat tekan, yaitu massa beban maksimum dibagi luas penampang sampel batako A.
17. Mencatat hasil perhitungan dalam Tabel 3.4.
18. Mengulangi langkah 1-17 sebanyak 4 kali.
19. Mengulangi langkah 1-18 menggunakan sampel batako B sampai dengan E.

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengukuran langsung dan tidak langsung. Pengukuran langsung digunakan untuk pemeriksaan lapangan, sedangkan pengukuran tidak langsung digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan batako. Penelitian dimulai dengan mengambil batako yang terdapat pada 5 tempat pembuatan yang berbeda di 5 Kecamatan yang berbeda. Pengukuran yang dilakukan adalah kuat tekan batako. Nilai kuat tekan batako dihitung menggunakan persamaan (3.1) berikut.

$$\sigma'_b = \frac{m}{A} \quad (3.1)$$

Keterangan:

σ'_b = kuat tekan material (kgf/cm²)

m = beban maksimum yang mampu ditahan (kgf)

A = luas penampang (cm²)

Hasil pengukuran nilai kuat tekan dengan *material testing equipment* akan diketahui nilai kuat tekan tertinggi diantara kelima sampel yang diambil di 5 Kecamatan yang berbeda.

3.8 Metode Analisis Data

3.8.1 Tabel Hasil Pemeriksaan dan Pengujian

Hasil pemeriksaan batako di lapangan berupa dimensi batako ditunjukkan dalam Tabel 3.2 dan Tabel 3.3. Sedangkan, hasil pengukuran kuat tekan batako ditunjukkan dalam Tabel 3.4, berikut.

Tabel 3.2 Hasil pemeriksaan dimensi batako

Sampel	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
A			
B			
C			
D			
E			

Tabel 3.3 Hasil pemeriksaan komposisi batako

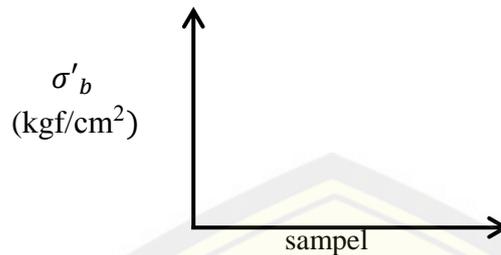
Sampel	Komposisi		Perbandingan S: Ag: A	Metode Pemadatan
	Semen	Agregat		
A				
B				
C				
D				
E				

S: semen, Ag: agregat dan A: air

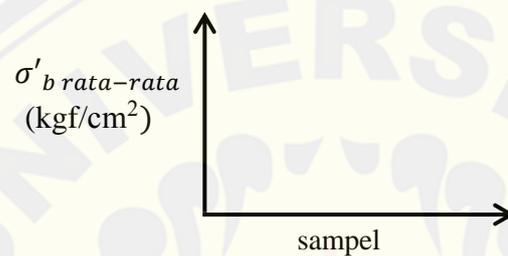
Tabel 3.4 Hasil pengukuran kuat tekan batako

Sampel	A (cm ²)	m (kgf)	σ'_b (kgf/cm ²)	$\sigma'_{b\text{rata-rata}}$ (kgf/cm ²)
A				
B				
C				
D				
E				

3.8.2 Grafik



Gambar 3.3 Diagram hasil pengukuran kuat tekan maksimum batako



Gambar 3.4 Diagram hasil pengukuran kuat tekan rata-rata batako

3.8.3 Teknik Analisis Data

Analisa data dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Analisis deskriptif adalah salah satu jenis analisis dengan tujuan menggambarkan atau menjelaskan objek yang sedang diteliti berdasarkan data yang telah didapatkan. Penyajian data dapat berupa gambar, grafik maupun diagram (Sugiyono, 2006). Data yang dideskripsikan dalam penelitian ini akan didasarkan pada perhitungan yang akan dibandingkan dengan standar kualitas batako, yaitu nilai kuat tekan batako pejal yang dihitung dengan menggunakan persamaan (3.1) mengacu pada SNI 03-0348-1989. Hasil uji kuat tekan batako juga akan dideskripsikan berdasarkan hasil pemeriksaan lapangan yang telah didapatkan.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hasil uji pratekan kualitas batako dari berbagai daerah di Kabupaten Jember menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi adalah sampel batako B dari Sempolan, Kecamatan Silo sebesar $35,07 \text{ kgf/cm}^2$. Perbandingan antara semen, agregat dan air yang digunakan sebesar 1:10,5:1,5 dan metode pemadatan secara manual. Walaupun sampel batako B menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi, tetapi belum memenuhi syarat mutu II. Namun, sampel batako B memenuhi syarat mutu IV yang dapat digunakan sebagai dinding non struktural seperti dinding penyekat antar ruang di perkantoran atau rumah, pagar dalam rumah, dinding kolam renang di dalam ruangan, dinding kolam ikan hias atau ikan ternak dan dinding penyekat pada peternakan yang pemasangannya juga dibawah atap.

5.2 Saran

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan melakukan eksperimen untuk mengetahui nilai kuat tekan batako dengan memvariasi perbandingan antarkomposisi penyusun batako. Sehingga dapat diketahui perbandingan antara semen, agregat dan air yang dapat menghasilkan kualitas batako yang baik serta memenuhi standar untuk pasangan dinding rumah pemikul beban konstruksi yang pemasangannya terlindung dari cuaca luar atau di bawah atap. Selain itu, juga dapat memvariasi jenis agregat, jenis semen maupun merk semen yang digunakan. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui jenis atau merk semen yang bagus untuk bahan perekat agregat dan jenis agregat apa yang memiliki kualitas lebih baik sebagai bahan pengisi batako.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 1989. *SNI: 03 – 0349 – 1989: Bata Beton untuk Pasangan Dinding*. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia.
- Darmono. 2012. Teknologi pembuatan bahan bangunan berbahan pasir (batako) hasil erupsi gunung merapi. *Inotek*. 16(1): 75-89.
- Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral. 2016. *ESDM dalam Angka 2016*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral RI.
- Ghassani, M.T. 2017. Pengaruh kualitas produk dan harga terhadap minat beli ulang bandeng juwana vaccum melalui kepuasan konsumen sebagai variabel intervening (studi kasus pada pelanggan PT. Bandeng Juwana Elrina Semarang). *Diponegoro Journal Of Social and Political Science*. 6(4): 1-8.
- Hariani, S.A, M. H. Irawati, F. Rahman, dan I. Syamsuri. 2015. Peran masyarakat dan pemerintah dalam upaya konservasi gumuk di Kabupaten Jember. *Jurnal Saintika*. 17(2): 47-58.
- Hendriyani, I., Rahmat, dan S. M. Devi. 2017. Kajian pembuatan batako dengan penambahan limbah kertas HVS. *Jurnal Poltekba SNIIT*. 2: 316-321.
- Hermanto, D., Supardi, dan E. Purwanto. 2014. Kuat tekan batako dengan variasi bahan tambah serat ijuk. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*. 2(3): 491-497.
- Kusdiyono, Supriyadi, M.T. Rochadi., dan H. L. Wahyono. 2018. Pengaruh variasi penambahan limbah plastik terhadap kuat tekan batako dalam upaya pemanfaatan limbah. *Wahana Teknik Sipil*. 23(2): 64-76.
- Lestari, N.D., W.S. B. Dwandaru., dan D. E. Wibowo. 2016. Pengaruh variasi konsentrasi larutan nanopartikel perak sebagai bahan aditif dalam batako terhadap porositas dan kuat tekan batako. *Jurnal Fisika*. 5(3): 205-212.
- Losa, F.I. 2017. Studi kelayakan material gunung dalam penggunaannya sebagai salah satu material beton. *Jurnal Penelitian Teknik Sipil dan Teknik Kimia*. 1(1): 1-12.
- Malissa, H. 2011. Studi kelayakan kualitas batako hasil produksi industri kecil di Kota Palu. *Media Litbang Sulteng IV*. 2: 75-82.
- Nasution, Sangkot. 2017. Variabel penelitian. *Jurnal Tarbiyah*. 5(2): 1-9.
- Pangestu, E.K. 2018. Pengaruh penambahan limbah pembakaran ampas tebu pada paving terhadap jenis semen PPC dan PCC. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*. 2(16): 125-134.

- Pau, D.I. dan Y.N. Sentis. 2017. Variasi pasir gunung sebagai bahan campuran perkerasan AC (*Asphalt-Concrete*) terhadap kualitas perkerasan jalan. *Jurnal Siartek*. 3(1): 51-60.
- Prayuda, H., H. Nursyahid, dan F. Saleh. 2017. Analisis sifat fisik dan mekanik bata beton di Yogyakarta. *Jurnal Rekayasa Sipil*. 6(1): 29-40.
- Putra, R.R. 2016. Modulus elastisitas batako dengan penambahan material karet dari ban bekas untuk dinding bangunan rumah ramah gempa. *Journal of Civil Engineering and Vocational Education*. 4(2): 1998-2002.
- Qomaruddin, M., Ariyanto, K. Umam, dan Y.A. Saputro. 2018. Studi komparasi karakteristik pasir sungai di Kabupaten Jepara. *Jurnal Ilmiah Teknosains*. 4(1): 6-10.
- Ramdani, Y., M. Mukhsin, dan I. Handiman. 2017. Aplikasi batako sebagai pasangan dinding pada industri pembuatan batako. *Jurnal Pengabdian Siliwangi*. 3(1): 160-163.
- Raswitaningrum, T.J. dan R.F.A. Setiawan. 2019. Pengaruh abu batu terhadap kuat tekan pasca pembakaran. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi*. 16 Oktober 2019. *Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*: 1-6.
- Sari, N.H. 2018. *Material Teknik*. Yogyakarta: Deepublish.
- Sari, S.A., T.P. Artiningsih, dan H. Purwanti. 2017. Perbandingan pengaruh beberapa jenis pasir terhadap kuat tekan, kuat lentur dan kuat tarik belah beton. *Jurnal Online Mahasiswa*. 1(1): 1-10.
- Sebayang, S. dan Mardiansah. 2018. Pengaruh penggantian abu terbang (fly ash) pada sebagian semen portland komposit terhadap kuat tekan mortar. *Jurnal Rekayasa, Teknologi dan Sains*. 2(2): 69-72.
- Siagian, H. dan A. Dermawan. 2011. Pengujian sifat mekanik batako yang dicampur abu terbang (fly ash). *Jurnal Sains Indonesia*. 35(1): 23-28.
- Simanjuntak, J.O. dan T.E. Saragi. 2015. Hubungan perawatan beton dengan kuat tekan (pengujian laboratorium). *Jurnal Poliprofesi*. (10):1: 1-6.
- Siregar, N.N., Fauzi dan K. Sembiring. 2013. Pembuatan serta karakteristik batako menggunakan batu apung dan limbah padat benang karet dengan perekat resin epoksi. *Jurnal Sainia Fisika*. 1(1): 1-6.
- Soumokil, M.D. 2015. Analisa karakteristik agregat halus (limbah *stone crusher*) sebagai bahan campuran beton. *Jurnal Teknologi*. 12(2): 2103-2113.
- Sudrajat, N. 2013. *Teori dan Praktik Pertambangan Indonesia*. Yogyakarta: Medpress.

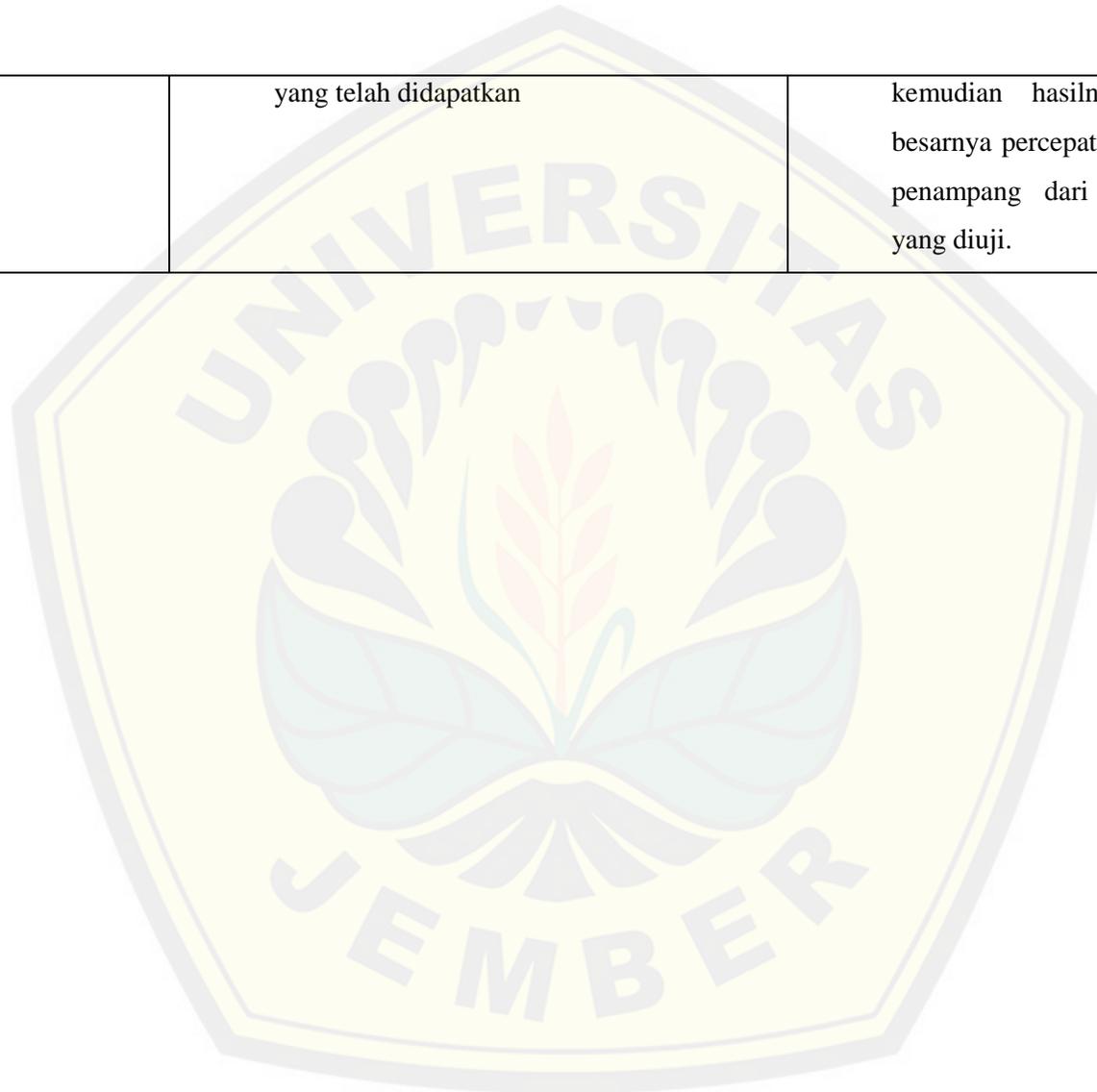
- Sugiyono. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukandarrumidi. 2018. *Bahan Galian Industri*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suripatty, H.J. 2016. Analisa kualitas proses produksi produk batu batako PT. Karya Papua Nabire. *Jurnal Fateksa*. 1(1): 31-38.
- Suryantari, R. dan E. Fidiani. 2013. Pengajaran Materi Fisika Material untuk Mahasiswa Fisika. Bandung: Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan.
- Syamsuir, Elvi. 2017. Analisis kelayakan kualitas batako hasil produksi industri kota kecil di kota payakumbuh dan kabupaten lima puluh kota. *Jurnal Menara Ilmu*. 12(7): 28-34.
- Triaswati, M.N., D. Haharjanto., B. Wibowo., dan W. Ismoyo. 2019. Penggunaan abu batu untuk mengurangi agregat pasir alami pada campuran beton dengan penambahan zat *additive type D*. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur dan Fasilitas*. 3: 35-43.
- Ukiman, S. Utomo, Supardjo, I. Nurhadi, dan P. Rahardjo. 2017. Kualitas bata beton dari bahan pasir Kalijali dengan campuran semen pada berbagai variasi campuran lebih dari 28 hari. *Jurnal Bangun Rekaprima*. 3(1): 31-37.
- Utari, R., Sugianto dan E. Taer. 2014. Penentuan kualitas batu bata merah berdasarkan konduktivitas termal. *Jurnal Online Mahasiswa FMIPA Universitas Riau*. 1(2): 1-7.
- Wahyuningtyas, Y.W. 2018. Peran pemerintah Kabupaten Jember dalam rangka pembinaan, pengawasan kegiatan tambang di Kabupaten Jember. *Jurnal Rechten*. 7(1): 83-94.
- Wibowo, K.M., I. Kanedi dan J. Jumadi. 2015. Sistem Informasi Geografis (SIG) menentukan lokasi pertambangan batu bara di Provinsi Bengkulu berbasis website. *Jurnal Media Infotama*. Vol. 11 (1): 51-61.
- Winarno, H. Dan R. Pujantara. 2015. Pengaruh komposisi bahan pengisi styrofoam pada pembuatan batako mortar semen ditinjau dari karakteristik dan kuat tekan. *Jurnal Scientific PINISI*. Vol.1 (1): 1-12.
- Zainuri, A.M. 2008. *Kekuatan Bahan*. Yogyakarta: CV Andi Offset.

LAMPIRAN A. MATRIKS PENELITIAN

MATRIKS PENELITIAN

Judul	Tujuan	Data dan Teknik Pengambilan Data	Metode Penelitian
Uji pratekan kualitas batako dari berbagai daerah di Kabupaten Jember	Menganalisis hasil uji pratekan kualitas batako dari berbagai daerah di Kabupaten Jember untuk menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Data berupa hasil pemeriksaan lapangan yang terbagi menjadi dua yaitu pemeriksaan lapangan dimensi batako meliputi panjang, lebar dan tebal batako dan pemeriksaan komposisi batako berupa jenis dan merek semen, jenis dan asal agregat, perbandingan antara semen, agregat dan air, metode pemadatan yang digunakan dan nilai kuat tekan. • Teknik pengambilan data: <ol style="list-style-type: none"> a. Melakukan observasi untuk mengambil sampel dan pemeriksaan lapangan pada daerah yang telah ditentukan b. Melakukan uji kuat tekan dengan menggunakan alat <i>material testing equipment</i> c. Melakukan analisis data berdasarkan hasil 	<ul style="list-style-type: none"> • Observasi rumah produksi di Jember dan penentuan tempat pengambilan sampel. • Wawancara pada narasumber untuk mengetahui jenis dan merek semen, jenis dan asal agregat. • Pengukuran secara langsung perbandingan semen, agregat dan air, serta metode pemadatan yang digunakan dalam pembuatan batako. • Pengujian dengan alat kuat tekan • Analisa data: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Uji kuat tekan dilakukan dengan memotong batako menjadi 2 bagian dan menunggu hingga berusia 28 hari. Kemudian, diuji dengan melihat skala yang ditunjukkan oleh alat <i>material equipment</i> dengan satuan kN yang

		yang telah didapatkan	kemudian hasilnya dibagi dengan besarnya percepatan gravitasi dan luas penampang dari permukaan batako yang diuji.
--	--	-----------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



LAMPIRAN B. HASIL UJI PENDAHULUAN

1. Tabel Hasil Pemeriksaan dan Pengujian Kuat Tekan

a. Pemeriksaan Lapangan

Hasil pemeriksaan batako di lapangan berupa dimensi dan komposisi batako berturut-turut ditunjukkan dalam Tabel 3.1 dan 3.2, berikut:

Tabel 3.1 Hasil pemeriksaan dimensi batako

Sampel	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
A	385	160	90

Tabel 3.2 Hasil pemeriksaan komposisi batako

Sampel	Komposisi		Perbandingan S: P: A	Metode Pemadatan
	Semen	Agregat		
A	PCC, Holcim	Pasir gunung: Sumberwaru, Jember	1: 7: 2	Press mesin

S: semen, P: pasir, A: air

Perhitungan perbandingan semen, agregat dan air:

- Semen = 10 liter
- Agregat = pasir gunung = 70 liter
- Air = 20 liter

Perbandingan:

$$10 : 70 : 20 = 1 : 7 : 2$$

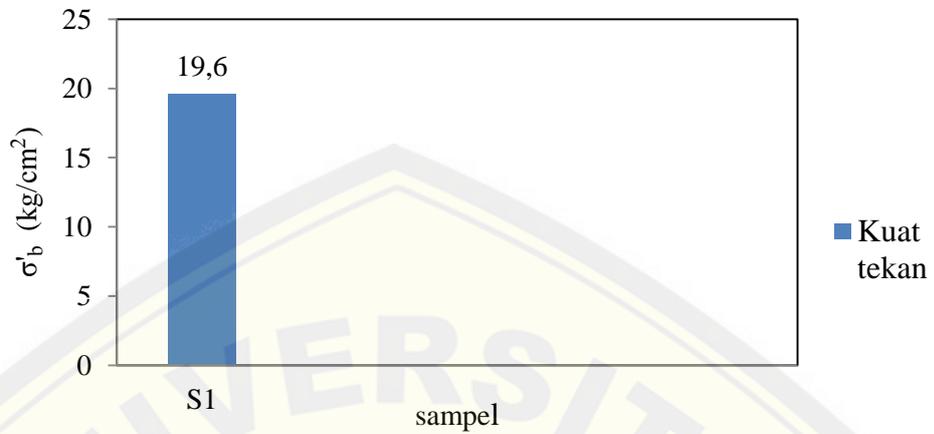
b. Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan batako ditunjukkan dalam Tabel 3.3 berikut:

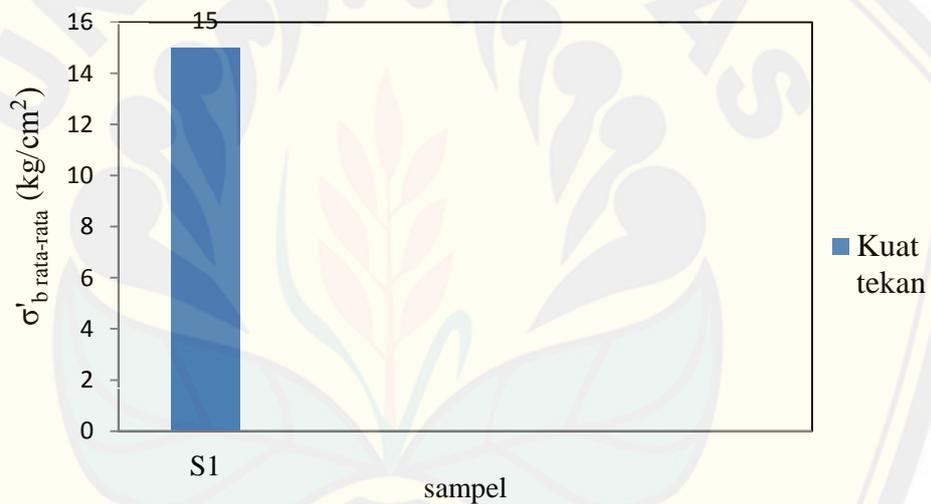
Tabel 3.3 Hasil pengukuran kuat tekan batako

Sampel	L (cm ²)	P (kgf)	σ'_b (kgf/cm ²)	$\sigma'_{b \text{ rata-rata}}$ (kgf/cm ²)
A	149	2922	19,6	15,0
		1707	11,5	
		2092	14,0	

2. Grafik



Gambar 3.2 Diagram hasil pengukuran kuat tekan maksimum batako



Gambar 3.2 Diagram hasil pengukuran kuat tekan rata-rata batako

LAMPIRAN C. PERHITUNGAN PERBANDINGAN SEMEN, AGREGAT DAN AIR

1. Batako Sukowono

- Semen = 10 liter
- Agregat = pasir gunung = 104 liter
- Air = 13 liter

Perbandingan:

$$10 : 104 : 13 = 1 : 10,4 : 13$$

2. Batako Silo

- Semen = 26 liter
- Agregat = pasir gunung = 273 liter
- Air = 39 liter

Perbandingan:

$$26 : 273 : 39 = 1 : 10,5 : 1,5$$

3. Batako Sumpersari

- Semen = 10 liter
- Agregat
 - a. Abu batu = 52,5 liter
 - b. Gragal = 52,5 liter
 - c. Pasir gunung = 5 liter
- Total = 110 liter
- Air = 10 liter

Perbandingan:

$$10 : 110 : 10 = 1 : 11 : 1$$

4. Batako Sumberbaru

- Semen = 12 liter
- Agregat = pasir sungai = 96 liter
- Air = 12 liter

Perbandingan:

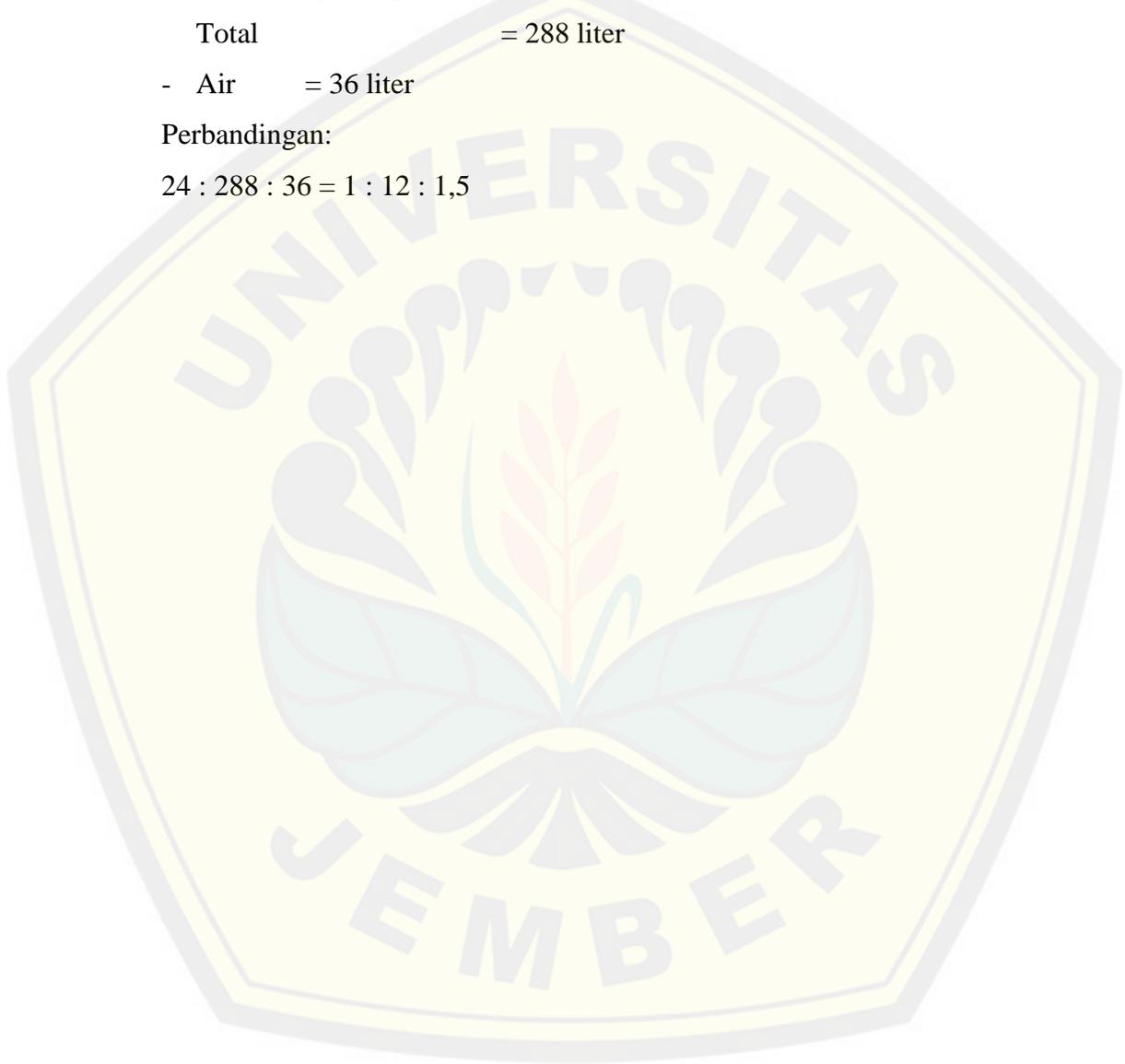
$$12 : 96 : 12 = 1 : 8 : 1$$

5. Batako Wuluhan

- Semen = 24 liter
- Agregat
 - a. Pasir gunung hitam = 96 liter
 - b. Pasir gunung = 192 liter
- Total = 288 liter
- Air = 36 liter

Perbandingan:

$$24 : 288 : 36 = 1 : 12 : 1,5$$



LAMPIRAN D. PERHITUNGAN KUAT TEKAN

1. Perhitungan kuat tekan A

Luas penampang 1

$$= (p.t) - \left(\frac{1}{2}.a.t\right) = (18.9) - \left(\frac{1}{2}.4.2\right) = 162 - 4 = 158 \text{ cm}^2$$

Massa beban = 3000 kgf

$$\sigma'_b = \frac{m}{A} = \frac{3500}{158} = 22,15 \text{ kgf/cm}^2$$

2. Perhitungan kuat tekan B

Luas penampang 1

$$= (p.t) - \left(\frac{1}{2}.a.t\right) = (16.10) - \left(\frac{1}{2}.4.2\right) = 160 - 4 = 156 \text{ cm}^2$$

Massa beban = 4500 kgf

$$\sigma'_b = \frac{m}{A} = \frac{4500}{156} = 28,85 \text{ kgf/cm}^2$$

3. Perhitungan kuat tekan C

Luas penampang 1

$$= (p.t) - \left(\frac{1}{2}.a.t\right) = (15.10) - \left(\frac{1}{2}.5.2,5\right) = 150 - 6,25 = 143,75 \text{ cm}^2$$

Massa beban = 4000 kgf

$$\sigma'_b = \frac{m}{A} = \frac{4000}{143,75} = 27,82 \text{ kgf/cm}^2$$

4. Perhitungan kuat tekan D

Luas penampang 1

$$= (p.t) - \left(\frac{1}{2}.a.t\right) = (14,6.10) - \left(\frac{1}{2}.3,5.1,6\right) = 146 - 2,8 = 143,2 \text{ cm}^2$$

Massa beban = 4500 kgf

$$\sigma'_b = \frac{m}{A} = \frac{4000}{143,2} = 27,93 \text{ kgf/cm}^2$$

5. Perhitungan kuat tekan E

Luas penampang 1

$$= (p.t) - \left(\frac{1}{2}.a.t\right) = (17,8.10) - \left(\frac{1}{2}.4.1,8\right) = 178 - 3,6 = 174,4 \text{ cm}^2$$

Massa beban = 4500 kgf

$$\sigma'_b = \frac{m}{A} = \frac{2500}{174,4} = 14,33 \text{ kgf/cm}^2$$

LAMPIRAN E. SURAT IZIN PENELITIAN

 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
Telepon: (0331)- 330224, 334267, 337422, 333147 * Faximile: 0331-339029
Laman: www.fkip.unej.ac.id

04 MAR 2020

Nomor **767/UN25.1.5/LT/2020**
Lampiran : -
Hal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. Kepala
Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember
Jember.

Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa FKIP Universitas Jember Jurusan Pendidikan MIPA Program Studi Pendidikan Fisika di bawah ini:

- Nama/NIM : Mei Sofiatul Hasanah/160210102006
Judul Penelitian : Uji Kuat Tekan Daya Serap Air dan Massa Jenis Batu Bata Merah Berdasarkan Komposisi Tambahan Abu Kulit Jagung dan Abu Janggal Jagung di Wuluhan Jember
- Nama/NIM : Dwi Siti Nur Hayati/160210102043
Judul Penelitian : Uji Pratekan Kualitas Batako dari Beberapa Daerah di Kabupaten Jember

Waktu Penelitian : Maret 2020

Berkenaan dengan penyelesaian studinya, mahasiswa tersebut bermaksud menggunakan fasilitas yang ada di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil untuk melakukan uji kuat tekan. Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian permohonan ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik kami sampaikan erima kasih.

a.n. Dekan
Wakil Dekan I,


Prof. Dr. Suratno, M.Si.
NIP. 196706251992031003

LAMPIRAN F. FOTO KEGIATAN PENELITIAN

1. Sukowono



Gambar 1. Tempat produksi batako Sukowono



Gambar 2. Pemeriksaan lapangan komposisi batako Sukowono



Gambar 3. Batako Sukowono

2. Sempolan Kecamatan Silo



Gambar 4. Tempat produksi batako di Silo



Gambar 5. Pemeriksaan lapangan di Silo



Gambar 6. Batako Silo

3. Antirogo, Kecamatan Sumpersari



Gambar 7. Tempat produksi batako Sumpersari



Gambar 8. Pemeriksaan lapangan batako Sumpersari



Gambar 9. Batako Sumpersari

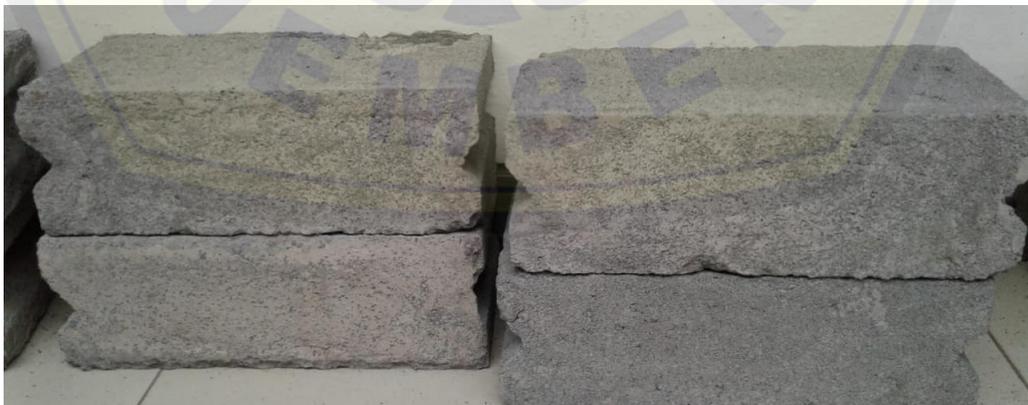
4. Pringgowirawan, Kecamatan Sumberbaru



Gambar 10. Tempat produksi batako Sumberbaru



Gambar 11. Pemeriksaan lapangan batako Sumberbaru



Gambar 12. Batako Sumberbaru

5. Tamansari, Kecamatan Wuluhan



Gambar 13. Tempat produksi batako di Wuluhan



Gambar 14. Pemeriksaan lapangan batako di Wuluhan



Gambar 15. Batako Wuluhan



Gambar 16. Pengujian kuat tekan

