

PENGARUH PENAMBAHAN NANOMATERIAL (ABU TULANG IKAN) PADA
MORTAR PAVING BLOCK

TUGAS AKHIR

*Tugas akhiri ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik (S1) Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*



NUGRAHA ADE KURNIAWAN

18323066/2018

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN NANOMATERIAL (ABU TULANG IKAN) PADA MORTAR PAVING BLOCK

Nama : Nugraha Ade Kurniawan
NIM : 18323066
Prodi : S1 Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Padang, 9 Februari 2023

Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing



Dr. Eng. Eka Juliafad, ST, M. Eng
NIP . 19820730 200912 1 005

Mengetahui
Ketua Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNP



Faisal Ashar, ST., MT., Ph.D
NIP 19750103 200312 1 001

LEMBAR PENGESAHAN


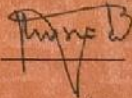

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN NANOMATERIAL (ABU TULANG IKAN) PADA MORTAR PAVING BLOCK

Nama : Nugraha Ade Kurniawan
NIM : 18323066
Prodi : S1 Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan dinyatakan Lulus sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Prodi Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Padang, 9 Februari 2023

Nama	Tim Penguji	Tanda Tangan
1 Ketua	: Dr. Eng. Eka Juliafad, ST, M.Eng	
2 Anggota	: Prof. Rusnardi Rahmat Putra, S.T., M.T., Ph.D.Eng.	
3 Anggota	: Dr. Ari Syaiful Rahman Arifin, ST., MT.	

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya diri ini,

Kupersembahkan kepada kedua orang tua ku mama dan papa yang doanya tidak pernah putus untukku,

Orang-orang terkasihku, bang ivan dan ibu funi terimakasih atas dukungan selama ini untukku, rekan rekan yang mewarnai kehidupan semasa kuliah.

Dan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat atas seluruh proses tugas akhir saya, mulai dari membantu hingga yang menyulitkan saya.

MOTTO

Berbuat baiklah ke siapa saja tanpa memandang agama suku dan ras.

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7059996, FT: (0751) 7055844, 445118 Fax. 7055644
E-mail : info@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : NUGRAHA ADE KURNIAWAN
NIM/TM : 10323066 / 2018
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan judul..... PENGARUH PENAMBAHAN NANOMATERIAL (ABU TUJANG IKAN) PADA MORTAR PAVING BLOCK

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Ketua Departemen Teknik Sipil

(Faisal Ashar, ST., MT., Ph.D)
NIP. 19750103 200312 1 001

Saya yang menyatakan,



NUGRAHA ADE KURNIAWAN

BIODATA

A. Data Diri

Nama Lengkap : Nugraha Ade Kurniawan
Tempat/Tanggal Lahir : Dumai, 11 September 2000
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Laki-laki
Golongan darah : A
Anak Ke : 2 (Dua)
Jumlah Saudara : 1 (Satu)
Nama ayah : Nofrizal
Nama Ibu : Yusmaniar
Alamat : Jalan Beringin Patra Block A1/No 7 Kota Dumai, Provinsi Riau.
E-mail : nugraha.adekk@gmail.com



B. Data Pendidikan

SD : SDS 1 YKPP
SMP/MTs : SMPN BINAAN KHUSUS KOTA DUMAI
SMA/SMK sederajat : SMAN 2 DUMAI
Perguruan Tinggi : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

C. Skripsi

Judul : Pengaruh Penambahan Nanomaterial (Abu Tulang Ikan pada mortar paving block
Tanggal Sidang : 9 Februari 2023

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN *NANOMATERIAL* (ABU TULANG IKAN) PADA MORTAR *PAVING BLOCK*

Mortar adalah campuran antara pasir, air dan semen Portland dengan komposisi tertentu. Mortar dapat diaplikasikan sebagai bahan pembentuk *paving block*. *Paving block* yang baik memiliki syarat kuat tekan dan kuat lentur yang mencukupi dan mampu menahan beban penggunaan. Dalam pembuatan mortar atau adukan beton, ada kalanya dibutuhkan bahan tambah. Penggunaan bahan tersebut dimaksudkan untuk memperbaiki dan menambah sifat adukan sesuai dengan yang diinginkan. *Nanomaterial* adalah salah satu solusi bahan tambah mortar yang tersedia sekarang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah dengan di tambahkan *nanomaterial* abu tulang ikan dapat meningkatkan mutu dari mortar *paving block*.

Penelitian ini menguji kuat tekan dan kuat lentur mortar. pada uji kuat tekan benda uji berjumlah 90 buah dengan ukuran 6cm x 6cm x 6cm lalu dibedakan menjadi 2 bagian, pada bagian pertama seluruh sampel di lakukan pengujian kuat tekan normal dan untuk yang bagian kedua benda uji di oven dengan suhu 200° celcius lalu dilanjutkan dengan uji kuat tekan, sedangkan untuk uji kuat lentur benda uji berjumlah 15 buah dengan ukuran 4cm x 4cm x 16cm. Variasi campuran *nanomaterial* yang digunakan adalah 2,5% ,5%, 7,5%, 10% dan pengujian kuat tekan direncanakan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Berdasarkan hasil pengujian nilai kuat tekan mortar normal meningkat pada variasi 2,5% dengan persentase kenaikan sebesar 42% pada umur 28 hari, Sedangkan untuk mortar yang di oven nilai tertinggi terdapat pada variasi 2,5% dengan persentase kenaikan sebesar 20,6%. Untuk pengujian kuat lentur peningkatan terjadi pada benda uji dengan penambahan variasi 5% dengan persentase kenaikan 1,7%. Dan dapat disimpulkan bahwa penambahan *nanomaterial* berupa abu tulang ikan mempengaruhi kuat tekan dan kuat lentur mortar

Kata kunci : mortar, nanomaterial, kuat tekan, abu tulang ikan, bahan tambah, X-Ray Fluorescence

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir dengan judul **“Pengaruh penambahan *nanomaterial* (abu tulang ikan) pada mortar *paving block*”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Sipil (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Sebagaimana diketahui Bersama, Tugas Akhir ini tidak mungkin terselesaikan dengan baik tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan Tugas Akhir ini, dengan ketulusan hati ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada ;

1. Ibu Dr. Eng. Eka Juliafad, ST, M. Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu serta membimbing penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Rusnardi Rahmat Putra, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Dr. Ari Syaiful Rahman Arifin, ST., MT selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis untuk kelancaran proses penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Faisal Ashar, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Padang yang telah membantu serta mendukung penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membantu serta mendukung penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Padang yang telah banyak memberikan pengetahuan, bimbingan, dan arahan selama mengikuti pendidikan.

6. Kedua orang tua tercinta, yang selalu mendukung setiap keputusan yang penulis ambil, memberikan kasih sayang, memanjatkan do'a setiap saat, serta atas kesabaran yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis. Kalian merupakan anugerah terbesar dalam hidup. Penulis berharap dapat menjadi anak yang membanggakan kalian.
7. Teman-teman seperjuangan, Moli, Thania, Danang, Dandi, Hanif, Taufik, Samsurizal, Giant, Adit, Farhan. Terima kasih atas segala canda tawa, kebahagiaan, kesedihan dan kebersamaan selama di bangku perkuliahan. Penulis berharap semua hal baik selalu melindungi kalian.
8. Semua teman Program Studi Teknik Angkatan 2018 yang tentunya menemani dari awal perkuliahan sampai akhirnya berpisah untuk melanjutkan langkah berikutnya. Penulis berharap hubungan baik masih terus terjalin hingga tua nanti.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PEBGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
BIODATA	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
C. Batasan Masalah	6
D. Spesifikasi Teknis	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. <i>Paving Block</i>	7
1. Definisi <i>Paving Block</i>	7
2. Bahan Pembuat <i>Paving Block</i>	7
3. Spesifikasi Mortar	16
4. Sifat Mortar.....	19
5. Mortar yang terdapat di lapangan	22
B. Nanomaterial.....	23
C. Pengujian Kuat Tekan Paving Block	30

D. Pengujian kuat lentur.....	30
E. Abu tulang ikan.....	31
F. Penelitian relevan	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
A. Diagram Alir.....	37
B. Tempat dan waktu penelitian	38
C. Sifat perancangan	38
D. Data perancangan.....	39
E. Teknik pengumpulan data.....	39
F. Analisis Data	53
G. Produk.....	55
BAB IV	56
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	56
A. Hasil Penelitian	56
1. Pengujian bahan.....	56
2. Pengujian nanomaterial.....	60
3. Pengujian karakteristik mortar	63
e. Pengujian kuat tekan mortar	66
f. Pengujian kuat tekan pasca oven	73
g. Pengujian kuat lentur balok mortar	81
B. Pembahasan	83
BAB V	85
PENUTUP.....	85
A. Kesimpulan.....	85
B. Saran	85
DAFTAR PUSTAKA.....	86
LAMPIRAN.....	88

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Paving block rusak	1
Gambar 2. Pengujian XRD	26
Gambar 3. Pengujian kuat lentur.....	31
Gambar 4. Standar perbandingan warna	45
Gambar 5. Setting Up Kuat Tekan Mortar.....	55
Gambar 6. Setting Up Kuat Lentur Balo Mortar	55
Gambar 7. Zat organik pasir	59
Gambar 8. Proses pembakaran tulang ikan	61
Gambar 9. Tulang ikan yang sudah terbakar.....	61
Gambar 10. Penghalusan abu tulang ikan.....	62
Gambar 11. Abu tulang ikan lolos saringan 200	62
Gambar 12. Hasil pengujian XRF abu tulang ikan	63
Gambar 13. Uji slump mortar.....	66
Gambar 14. Perbandingan Kuat Tekan Mortar	73
Gambar 15. Perbandingan Kuat Tekan Mortar Oven.....	80
Gambar 16. Kuat Lentur Balok Mortar.....	83

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Data kuat tekan paving block produksi rumahan	2
Tabel 2. Spesifikasi Mortar	17
Tabel 3. Persyaratan Proporsi	18
Tabel 4. Jumlah sampel mortar	46
Tabel 5. Jumlah sampel balok mortar	46
Tabel 6. Mix desain mortar	47
Tabel 7. Mix desain balok mortar	47
Tabel 8. Berat isi pasir	56
Tabel 9. Berat isi padat	56
Tabel 10. Berat jenis nyata	57
Tabel 11. Kadar air pasir	58
Tabel 12. Kadar lumpur pasir	58
Tabel 13. Daya serap pasir	59
Tabel 14. Analisa ayak pasir	60
Tabel 15. Ukuran dimensi benda uji	64
Tabel 16. Sifat tampak benda uji	65
Tabel 17. Hasil kuat tekan mortar normal 7 hari	66
Tabel 18. Hasil kuat tekan mortar 2,5% umur 7 hari	67
Tabel 19. Hasil kuat tekan mortar 5% umur 7 hari	67
Tabel 20. Hasil kuat tekan mortar 7,5% umur 7 hari	68
Tabel 21. Hasil kuat tekan mortar 10 % umur 7 hari	68
Tabel 22. Hasil kuat tekan mortar normal umur 14 hari	69
Tabel 23. Hasil kuat tekan mortar 2,5% umur 14 hari	69
Tabel 24. Hasil kuat tekan mortar 5% umur 14 hari	70
Tabel 25. Hasil kuat tekan mortar 2,5% umur 14 hari	70
Tabel 26. Hasil kuat tekan mortar 2,5% umur 14 hari	70
Tabel 27. Hasil kuat tekan mortar normal umur 28 hari	71
Tabel 28. Hasil kuat tekan mortar 2,5% umur 28 hari	71
Tabel 29. Hasil kuat tekan mortar 5% umur 28 hari	72
Tabel 30. Hasil kuat tekan mortar 7,5% umur 28 hari	72
Tabel 31. Hasil Kuat Tekan Mortar 10% umur 28 hari	73
Tabel 32. Hasil kuat tekan mortar normal oven umur 7 hari	74
Tabel 33. Hasil kuat tekan mortar oven 2,5% umur 7 hari	74
Tabel 34. Hasil kuat tekan mortar oven 5% umur 7 hari	75

Tabel 35. Hasil kuat tekan mortar oven 7,5% umur 7 hari	75
Tabel 36. Hasil kuat tekan mortar oven 10% umur 7 hari	75
Tabel 37. Hasil kuat tekan mortar normal oven umur 14 hari	76
Tabel 38. Hasil kuat tekan mortar oven 2,5% umur 14 hari	76
Tabel 39. Hasil kuat tekan mortar oven 5% umur 14 hari	77
Tabel 40. Hasil kuat tekan mortar oven 2,5% umur 14 hari	77
Tabel 41. Hasil kuat tekan mortar oven 2,5% umur 14 hari	78
Tabel 42. Hasil kuat tekan mortar normal oven umur 28 hari	78
Tabel 43. Hasil kuat tekan mortar oven 2,5% umur 28 hari	78
Tabel 44. Hasil kuat tekan mortar oven 5% umur 28 hari	79
Tabel 45. Hasil kuat tekan mortar oven 7,5% umur 28 hari	79
Tabel 46. Hasil kuat tekan mortar oven 10% umur 28 hari	80
Tabel 47. Uji lentur balok normal	81
Tabel 48. Uji lentur balok variasi 2,5%	81
Tabel 49. Uji lentur balok variasi 5%	81
Tabel 50. Uji lentur balok variasi 7,5%	82
Tabel 51. Uji lentur balok variasi 10%	82

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1. SURAT TUGAS PEMBIMBING	89
LAMPIRAN 2. SURAT TUGAS PENGUJI	90
LAMPIRAN 3. SURAT IZIN MELAKUKAN PENELITIAN	91
LAMPIRAN 4. SURAT PERMOHONAN PEMAKAIAN LABOR	92
LAMPIRAN 5. LEMBAR KONSULTASI DOSEN PEMBIMBING	93
LAMPIRAN 6. LEMBAR REVISI SIDANG AKHIR	96
LAMPIRAN 7. PENGUJIAN AGREGAT HALUS	98
LAMPIRAN 8. PENGUJIAN NANOMATERIAL	101
LAMPIRAN 9. PEMBUATAN BENDA UJI	103
LAMPIRAN 10. PENGUJIAN BENDA UJI	105
LAMPIRAN 11. GRAFIK UJI LENTUR	113
LAMPIRAN 12. PENGUJIAN XRF	122

BAB I PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Menurut SNI-03-6825-2002, mortar adalah campuran antara pasir, air dan semen Portland dengan komposisi tertentu. Mortar harus dicampur dengan jumlah air yang sesuai agar mendapatkan kualitas yang baik untuk mempermudah pekerjaan. Kualitas dan mutu mortar ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan dan alat yang digunakan dalam pembuatan benda uji mortar. Penerapan mortar lebih cenderung pada pekerjaan non-struktural seperti plesteran, dinding, perekat pasangan batu bata, spesi pada pondasi batu kali, plesteran pada pemasangan keramik, batako, *paving block*, dan sebagainya.

Berdasarkan pengalaman dan obeservasi di lapangan banyak di temukan *paving block* yang mengalami kerusakan akibat dari beban penggunaan dan retak akibat penurunan tanah. Seperti gambar 1., *paving block* mengalami keretakan pada bagian tengah *paving block*. Hal ini dapat disebabkan karena mutu dari pembuatan *paving block* yang kurang baik.



Gambar 1. Paving block rusak

Menurut Sebayang (2011) pada penelitian yang dilakukan mengenai perbandingan mutu *paving block* pada produksi massal menjelaskan bahwa dari 4 industri rumahan yang memproduksi *paving block* hanya 1 yang mencapai kualitas sesuai SNI 03-0692-1996 dengan rata-rata nilai 21 MPa

sedangkan 3 tempat lainnya tidak sampai memenuhi standar yang ditetapkan dari SNI 03-0691-1996. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor seperti kurang nyam utu yang digunakan, pembuatan *paving block* yang tidak sesuai prosedur dan takaran sampel yang tidak sesuai dengan aturan.

Tabel 1. Data kuat tekan paving block produksi rumahan

NO	Lokasi Usaha	Kuat Tekan (MPa)	Jumlah 1M ²	Mutu Kelas
1	Kebumen II	4,2	50	-
2	Karya Indah	21,2	45	III
3	Sinar Mulia	9,1	50	-
4	Buana	7,2	50	-

Menurut SNI 03-0691-1996 *paving block* adalah bahan bangunan mortar dengan komposisi campuran semen atau perekat hidrolisis dan agregat halus dengan atau tanpa bahan tambah lainnya. *Paving block* atau disebut juga bata beton (*concreate block*) atau *cone block*. *Paving block* merupakan salah satu alternatif untuk konstruksi jalan yang mana konstruksi jalan ini kian meningkat, selain alternatif untuk penggunaannya juga menambah nilai estetika untuk infrastruktur jalannya.

Menurut Tjokrodimuljo,(1996), mortar yang baik harga nya murah mudah digunakan cepat kering tahan air dan tidak timbul retak pada pasangan. Keterbatasan mortar adalah ketahanannya terhadap suhu tinggi yang dapat merusak bangunan Salah satu cara untuk mengurangi kerusakan akibat kebakaran adalah dengan meningkatkan kualitas bangunan dengan memilih bahan bangunan yang tepat dan memperhatikan jumlah bahan yang akan ditambahkan.

Dalam pembuatan mortar atau adukan beton, ada kalanya dibutuhkan bahan tambah untuk membentuk proses percepatan pengerasan adukan atau memperkuat adukan tersebut. Penggunaan bahan tersebut dimaksudkan unutk memperbaiki dan menambah sifat adukan sesuai dengan yang diinginkan. Seperti tertulis dalam *American Society for Testing and Material*

(ASTM) C125, bahan tambahan tersebut ditambahkan dalam campuran beton atau mortar, sebelum pencampuran pada batching plant atau sesudah pencampuran. Definisi bahan tambahan ini mempunyai arti luas, yaitu meliputi polimer, fiber, mineral yang mana dengan adanya bahan tambahan ini komposisi beton atau mortar mempunyai sifat yang berbeda dengan biasanya.

Nanoteknologi adalah sebuah pengembangan ilmu sains yang memfokuskan pada ukuran materi menjadi ukuran nanometer. Nanoteknologi yang berkembang pesat merupakan tantangan bagi suatu negara dan memiliki peluang untuk andil mengambil peran dalam pasar global atau hanya akan menjadi tujuan pasar (Hoerudin,2015)

Nanomaterial adalah salah satu solusi bahan tambah mortar yang tersedia sekarang. Bahan yang akan digunakan sebagai campuran berubah menjadi ukuran 1-100 nm (Nuryadin, 2020).

Menurut penelitian (Kalaiselvi & Arunkumar, 2020), sebanyak empat campuran disiapkan dan pengujian dilakukan pada mortar semen segar dan mengeras. Empat campuran dengan penambahan bubuk Nano (0%, 0,02%, 0,04% dan 0,06% berat semen) digunakan untuk penelitian ini. Sebanyak 48 spesimen dicor dan diuji setelah 3 hari, 7 hari dan 28 hari perawatan. Dilakukan uji kuat tekan dan uji penyerapan air. Semen dan pasir buatan digunakan untuk penyelidikan. Kehalusan semen, konsistensi, waktu pengikatan awal dan akhir semen dilakukan untuk penelitian ini. Penambahan serbuk Nano (*Graphene oxide*) menurunkan *workability* mortar semen. Konsistensi mortar semen diamati menjadi 31%. Pengaturan awal dan akhir semen sangat dipercepat dengan penambahan peningkatan persentase bubuk Nano. Kuat tekan mortar kubus meningkat dengan meningkatnya persentase serbuk Nano.

Berdasarkan penelitian (Syaifuddin, 2018), hasil pengujian kuat tekan batako dengan variasi komposisi serbuk tulang ikan yaitu 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% didapatkan nilai kuat tekan batako maksimum terjadi pada penambahan tulang ikan 15 % dengan nilai kuat tekan maksimum 40,16 Kg/cm² dan nilai kuat tekan batako minimum terjadi pada penambahan tulang ikan 30 % dengan nilai kuat tekan minimum 7,51 Kg/cm². Hal menunjukkan nilai yang layak pakai pada komposisi 10 % sampai 15% karna sudah memenuhi syarat kualitas kuat tekan ditinjau dari standar yang telah ditetapkan yaitu SNI 3-0349-1989. Nilai yang diperoleh memenuhi kategori tingkat mutu III dan IV yaitu 40 Kg/cm² dan 25 kg/cm² berdasarkan standar SNI 3-0349-1989.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Estu Prihatini (2021) diperoleh hasil eksperimen yaitu komposisi campuran dengan menggunakan nanomaterial mengalami kenaikan kuat tekan yang cukup baik di setiap umur pengujian. Dimana persentase 3% mempunyai nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan persentase yang lain.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sahara (2019) disimpulkan bahwa penambahan 5% dan 10% tulang ikan ke dalam agregat campuran batako berpengaruh pada peningkatan nilai kuat tekan. Sebaliknya penambahan di atas 25 % mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan batako. Sampel B1, B2 dan B4 memenuhi standar Nasional Indonesia (SNI) beton kelas III dan IV. Daya Serap air untuk semua sampel rata-rata 10% dan memenuhi standar Nasional (SNI) penyerapan air yang nilainya maksimal 25%.

Menurut (Syaifuddin, 2018) tulang ikan selama ini hanya menjadi sampah, ternyata memiliki kalsium yang banyak. Banyaknya kadar kalsium pada tulang ikan maka salah satunya dapat dimanfaatkan menjadi bahan campuran pembuatan batako untuk mengurangi pemakaian semen.

Menurut Trilaksani (2006) tulang ikan merupakan salah satu bentuk limbah dari industri pengolahan ikan yang memiliki kandungan kalsium(Ca) terbanyak diantara bagian tubuh ikan, karena unsur utama dari tulang ikan adalah kalsium, fosfor (P) dan karbonat (CaCO_3). Tulang ikan banyak mengandung kalsium dalam bentuk kalsium fosfat sebanyak 14% dari total susunan tulang. Bentuk kompleks kalsium fosfat ini terdapat pada tulang dan dapat diserap oleh tubuh dengan baik sekitar 60-70 %. Banyaknya kadar kalsium pada tulang ikan maka salah satunya dapat dimanfaatkan menjadi bahan campuran pembuatan *paving block* untuk mengurangi pemakaian semen.

Jadi berdasarkan penjelasan pada latar belakang diatas terdapat kesamaan zat penyusun antara mortar dan tulang ikan yaitu memiliki kandungan kalsium atau kapur. Sehingga dengan adanya kesamaan tersebut diharapkan tulang ikan dapat meningkatkan nilai kuat tekan mortar *paving block*. Oleh karena itu penulis mengangkat judul penelitian ini “**pengaruh penambahan *nanomaterial* (abu tulang ikan) pada mortar *paving block***” Diharapkan nantinya dengan dilakukan penelitian ini dapat menambah nilai kuat tekan dari mortar yang diaplikasikan ke dalam pembuatan *paving block*

B. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh campuran mortar dengan penambahan *nanomaterial* dari tulang ikan yang dapat menghasilkan *paving block* dengan kuat tekan dan kuat lentur yang lebih tinggi.

Adapun manfaat dari penelitian ini bermanfaat untuk lingkungan melalui pengurangan limbah tulang ikan dan untuk pembaca dan peneliti lainnya dapat memberikan informasi terkait pengaruh penambahan *nanomaterial* abu tulang ikan terhadap mortar *paving block*.

C. Batasan Masalah

Agar tugas akhir ini terarah dengan baik , maka perlu batasan masalah agar sesuai dengan sasaran yang akan dicapai. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variasi penambahan nanomaterial adalah 0%, 2,5%, 5 %, 7,5% dan 10% dari total berat semen
2. Bahan campuran yang digunakan adalah semen PCC,
3. pasir dan abu tulang ikan dengan perbandingan 1 PCC : 3 Pasir.
4. Benda uji *paving block* presisi dengan ukuran 6cm x 6cm x 6cm sesuai dengan SNI 03-0691-1996
5. Benda uji balok mortar berukuran 4cm x 4cm x 4cm sesuai dengan ASTM c 348-08

D. Spesifikasi Teknis

Pada penelitian ini spesifikasi teknis bahan campuran untuk pembuatan mortar *paving block* menggunakan perbandingan 1 PCC : 3 pasir untuk mortar normal dan 1 PCC : 3 pasir ditambah dengan variasi dari abu tulang ikan sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, 10% dari berat semen. Pada penelitian ini dibuat 2 sampel benda uji yaitu benda uji kubus untuk pengujian kuat tekan dengan dimensi 6cm x 6cm x 6cm dan benda uji balok mortar dengan dimensi 4cm x 4cm x 16cm untuk pengujian kuat lentur.