

**PERBANDINGAN PENGARUH PENAMBAHAN NAPTHA E121 DAN
NEXCO POLINEX HE 500 TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT
LENTUR BETON *RIGID PAVEMENT***

(Skripsi)

Oleh

EKO PURWANTO

(1815011012)



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**PERBANDINGAN PENGARUH PENAMBAHAN NAPHTHA E121 DAN
NEXCO POLINEX HE 500 TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT
LENTUR BETON *RIGID PAVEMENT***

Oleh

EKO PURWANTO

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Program Studi S1 Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRACT

COMPARISON OF THE EFFECT NAPHTHA E121 AND NEXCO POLYNEX HE 500 ADDITION ON THE COMPRESSIVE STRENGTH AND FLEXURAL STRENGTH OF RIGID PAVEMENT CONCRETE

By

EKO PURWANTO

Concrete is a composite material consisting of coarse aggregate, fine aggregate, water and cement as a binder, admixture is often added. The use of concrete is an alternative choice as a substitute for asphalt to be used as rigid pavement construction. Concrete admixture is growing and is widely used in various constructions such as highways.

This study aims to analyze the comparative effect of various concrete mixes with admixture Naptha E121 and Nexco Polynex He 500 on the effect of compressive strength and flexural strength of concrete, as well as find out which admixture is the most effective as an additive to rigid pavement concrete. The ACI 211.1-91 method is used as the basis for planning concrete mixtures. The percentage of admixture used is 0%, 0.6%, 0.75%, 1%, 1.25% and 1.5% by weight of cement. This study used 36 cylindrical specimens measuring 15x30 cm and 36 blocks measuring 15x15x60 cm.

The results of the compressive strength study showed that the compressive strength of concrete mixed with Naptha E121 admixture and Nexco Polynex He 500 was directly proportional to the percentage of admixture addition. The highest compressive strength value of the Naptha E121 admixture at the addition of 1.5% was 39.326 MPa, while that of the Nexco Polynex He 500 1.5% admixture was 38.052 MPa. While the flexural strength test results showed that the highest flexural strength was obtained at a percentage of 0.75% Naptha E121, which was 5.305 MPa, also at a percentage of 0.75% Nexco Polynex He 500, which was 5.165 MPa. From the value of slump, compressive strength, flexural strength, and workability. The most effective percentage of using admixture Naptha E121 and Nexco Polynex He 500 is at a percentage of 0.75%.

Keywords: Concrete, Rigid Pavement, Naptha E121, Nexco Polynex He500, Compressive Strength, Flexural Strength.

ABSTRAK

PERBANDINGAN PENGARUH PENAMBAHAN NAPHTHA E121 DAN NEXCO POLYNEX HE 500 TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON *RIGID PAVEMENT*

Oleh

EKO PURWANTO

Beton merupakan bahan gabungan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, air dan semen sebagai pengikat, sering kali ditambahkan *admixture*. Penggunaan beton merupakan pilihan alternatif sebagai pengganti aspal untuk dijadikan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*). *Admixture* beton semakin berkembang dan banyak digunakan pada berbagai konstruksi seperti jalan raya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan pengaruh variasi campuran beton dengan *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 terhadap pengaruh kuat tekan dan kuat lentur beton, juga mengetahui campuran *admixture* yang paling efektif sebagai bahan tambahan pada beton *rigid pavement*. Metode ACI 211.1-91 digunakan sebagai dasar perencanaan campuran beton. Persentase *admixture* yang digunakan 0%, 0,6%, 0,75%, 1%, 1,25% dan 1,5% dari berat semen. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder ukuran 15x30 cm sebanyak 36 buah dan balok ukuran 15x15x60 cm sebanyak 36 buah.

Hasil penelitian kuat tekan menunjukkan kuat tekan beton campuran *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 berbanding lurus seiring besarnya persentase penambahan *admixture*. Nilai kuat tekan tertinggi *admixture* Naptha E121 pada penambahan 1,5% sebesar 39,326 MPa, sedangkan pada *admixture* Nexco Polynex He 500 1,5% sebesar 38,052 MPa. Sedangkan hasil uji kuat lentur menunjukkan, kuat lentur tertinggi diperoleh pada persentase 0,75 % Naptha E121 yaitu sebesar 5,305 MPa, juga pada persentase 0,75% Nexco Polynex He 500 sebesar 5,165 MPa. Dari nilai *slump*, kuat tekan, kuat lentur, serta *workability*. Persentase paling efektif penggunaan *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 yaitu pada persentase 0,75%.

Kata kunci: Beton, *Rigid Pavement*, Naptha E121, Nexco Polynex He 500, Kuat Tekan Kuat Lentur.

Judul Skripsi

: **PERBANDINGAN PENGARUH PENAMBAHAN
NAPHTHA E121 DAN NEXCO POLYNEX HE
500 TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT
LENTUR BETON *RIGID PAVEMENT***

Nama Mahasiswa

: **Eko Purwanto**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1815011012

Jurusan

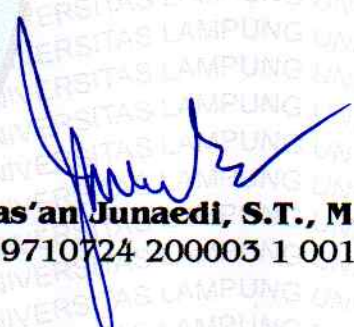
: Teknik Sipil

Fakultas

: Teknik




Ir. Vera A. Noorhidana, S.T., M.T., Ph.D.
NIP 19740831 200003 2 002


Ir. Tas'an Junaedi, S.T., M.T.
NIP 19710724 200003 1 001

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil


Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19720829 199802 1 001


Ir. Laksmi Irianti, M.T.
NIP 19620408 198903 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Ir. Vera A. Noorhidana, S.T., M.T., Ph.D.**

Sekretaris

: **Ir. Tas'an Junaedi, S.T., M.T.**

Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. Surya Sebayang, M.T.**

2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. ✓

NIP. 19750928/200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **14 Februari 2023**

SURAT PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : EKO PURWANTO

Nomor Pokok Mahasiswa : 1815011012

Judul Skripsi : Perbandingan Pengaruh Penambahan Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton *Rigid Pavement*

Jurusan : Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini merupakan bagian dari penelitian dosen Ir. Vera A. Noorhidana, S.T., M.T., Ph.D. dengan judul :

“Studi Eksperimental Penambahan *Accelerator Admixture* Pada Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton *Fast Track* untuk Diaplikasikan Pada Jalan Beton”.

Adapun judul yang dihasilkan dari penelitian tersebut adalah :

“Perbandingan Pengaruh Penambahan Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton *Rigid Pavement*”

Semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti Kaidah Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung,

2023

Penulis



EKO PURWANTO
NPM 1815011012

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sindang Pagar pada tanggal 10 oktober 2000, merupakan anak keenam dari enam bersaudara dari pasangan Bapak Suparno dan Ibu Eliyanah. Penulis memiliki lima orang saudara, yaitu kakak perempuan pertama yang bernama Lisva Rika, kakak kedua yang bernama Sismarini, kakak ketiga yang bernama Titin Hartini, kakak keempat yang bernama Novika Sari dan kakak kelima yang bernama Ike Randayani. Penulis memulai jenjang pendidikan tingkat dasar di SDN 01 Fajar Bulan yang diselesaikan pada tahun 2012, lalu dilanjutkan pendidikan tingkat pertama di SMPN 01 Way Tenong yang diselesaikan pada tahun 2015, dan dilanjutkan menempuh pendidikan tingkat atas di SMAN 01 Way Tenong.

Penulis diterima di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN pada tahun 2018. Selama menjadi mahasiswa, penulis berperan aktif di dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung sebagai anggota Departemen Advokasi Periode 2019-2020, kemudian pada periode 2020-2022 penulis menjadi Kepala Departemen Advokasi Periode 2020-2022.

Penulis telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode I di Desa Sindang Pagar, Kecamatan Sumberjaya, Lampung Barat selama 40 hari, Februari-Maret 2021. Di tahun yang sama, penulis juga telah melakukan kerja praktik di Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Bersama Fakultas Teknik Universitas Lampung selama 3 bulan. Penulis mengambil tugas akhir dengan judul “Perbandingan Pengaruh Penambahan Naptha E121 Dan Nexco Polinex He 500 Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton *Rigid Pavement*”.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbilalamin, puji syukur kepada Allah SWT atas karunia-Nya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, saya persembahkan skripsi ini untuk:

Ibu, Bapak, dan Kakak yang selalu memberikan dukungan moral, materi, dan doa untuk penulis. Terima kasih atas dukungan dan kepercayaan yang telah diberikan kepada penulis, semoga keluarga kita selalu diberi keberkahan dan perlindungan oleh Allah SWT.

Dosen Pembimbing dan Penguji yang sangat berjasa dan selalu memberikan ilmu dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.

Sahabat dan saudara-saudaraku yang selalu memotivasi dan mendoakan penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.

Semua dosen yang telah mengajarkan banyak hal. Terima kasih atas ilmu, pengetahuan, dan pelajaran hidup yang telah diberikan.

Keluarga Teknik Sipil Angkatan 2018 yang selalu menemani dan memberikan dukungan kepada penulis

MOTTO

“..Sesudah kesulitan pasti ada kemudahan..”

(QS. Al Insyirah: 6)

“Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya.”

– Ali bin Abi Thalib

"Penderitaan karena disiplin, lebih baik daripada penderitaan karena penyesalan."

(Anonymous)

"Hidup yang tidak dipertaruhkan tidak akan pernah dimenangkan."

(Sutan Syahrir)

“sesuatu yang berharga tidak akan pernah didapatkan dengan perjuangan yang mudah”

(penulis)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah senantiasa memberikan rahmat dan anugerah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perbandingan Pengaruh Penambahan Naptha E121 dan Nexco Polinex He 500 Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton *Rigid Pavement*”**. dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan petunjuk, kekuatan, kesabaran, dan pertolongan yang tiada henti, serta senantiasa memberikan berkah ilmu kepada setiap hamba-Nya.
2. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
4. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Lampung.
5. Ibu Ir. Vera Agustriana N., S.T.,M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama atas kesediannya meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, ide-ide, dan saran serta kritik dalam proses penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Tas'an Junaedi, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua atas kesediannya meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, ide-ide, dan saran serta kritik dalam proses penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Ir. Surya Sebayang, M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan arahan kepada penulis guna penyempurnaan skripsi ini.

8. Ibu Vera Agustriana Noorhidana, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu penulis selama perkuliahan.
9. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis, serta seluruh karyawan jurusan atas bantuannya kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
10. Kedua orang tua tercinta, Ibu Eliyanah dan Bapak Suparno yang telah dengan tulus, penuh kasih sayang, dan kesabaran dalam memberikan dorongan, dukungan, nasihat serta doa yang tidak pernah putus sehingga penulis dapat menyelesaikan segala proses perkuliahan.
11. Kakak tersayang Lisva Rika, Sismarini, Titin Hartini, Novika Sari, dan Ike Randayani yang selalu menemani, mengingatkan, menghibur dan memberi dukungan untuk penulis.
12. Seluruh anggota keluarga besar ‘*Cucung Puyang Semende*’ yang telah memberikan dukungan dan doa demi lancarnya penulisan skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
13. *Motherkis Group* (Sinung, Lucky, Frendi, Febryan, Bagus, Banna, Agoy, dan Wirawan) yang selalu membantu dan menemani berbagi suka dan duka.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan, khususnya bagi penulis pribadi.

Bandar Lampung, Januari 2023

Penulis,

Eko Purwanto

DAFTAR ISI

	Hal
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Pengertian Beton	8
2.1.1. Sifat Umum Beton	9
2.1.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton	11
2.1.3. Karakteristik Beton	12
2.1.4. Sifat Mekanik Beton	13
2.2. Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)	15
2.2.1 Keunggulan perkerasan kaku.....	16
2.2.2 Jenis Perkerasan Kaku	17
2.2.3 Bahan Penyusun Perkerasan Kaku	18
2.3. Pengaruh Bahan Tambah (Admixture).....	23
2.4. Admixtures (Naptha E121 dan Nexco Polynex HE 500).....	27

2.5. Penelitian Sebelumnya	28
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	32
3.1 Lokasi Penelitian	32
3.2 Persiapan Alat dan Bahan.....	32
3.3 Prosedur Pelaksanaan	36
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1. Umum.....	47
4.2. Keleccakan Beton (<i>Workability</i>).....	47
4.3. Kuat Tekan Beton.....	54
4.4. Kuat Lentur Beton	59
4.5. Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur.....	64
4.6. Pengaruh Penggunaan Naptha E121 dan Nexco P500.....	65
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
A. Kesimpulan	68
B. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN A Hasil Uji Material	
LAMPIRAN B <i>Mix Design</i>	
LAMPIRAN C Data Hasil Pengujian	
LAMPIRAN D Foto Penelitian	

DAFTAR GAMBAR

Nama Gambar	Hal
1. Sketsa Pengujian Kuat Tekan.....	14
2. Agregat Kasar atau Kerikil.....	22
3. Diagram Alir Penelitian.....	37
4. Benda Uji dan Perletakan Pembebanan.....	44
5. Patah pada 1/3 Bentang Tengah (Persamaan 4)	45
6. Patah di Luar 1/3 Bentang Tengah dan Garis Patah pada <5% dari bentang (Persamaan 5).....	45
7. Grafik Perbandingan Nilai <i>Slump</i>	48
8. Pengujian <i>Slump Test Admixture</i> Naptha E121	49
9. Pengujian <i>Slump Test</i> Setiap Persentase <i>Admixture</i> Nexco P:500	50
10. Visual Adukan Beton Persentase 1,25% dan 1,5%.....	53
11. Visual Adukan Beton Persentase 1,25% dan 1,5% setelah mengeras	53
12. Visual Adukan Beton Normal atau Tanpa <i>Admixture</i>	53
13. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton dengan <i>Admixture</i> Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500.....	57
14. Grafik Perbandingan Kuat Lentur Beton dengan <i>Admixture</i> Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500.....	62

DAFTAR TABEL

Nama Tabel	Hal
1. Hasil Pengujian Material Penyusun Beton	39
2. Kebutuhan Material Beton per 1 m ³	40
3. Kebutuhan <i>Admixtures</i> Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500.....	40
4. Data Jumlah Benda Uji Campuran Naptha E121	41
5. Data Jumlah Benda Uji Campuran Nexco Polynex HE 500.....	41
6. Nilai <i>Slump</i> Beton dengan Variasi <i>Admixtures</i>	48
7. Kuat Tekan Beton dengan <i>Admixtures</i> Naptha E121	55
8. Kuat Tekan Beton dengan <i>Admixtures</i> Nexco Polynex He 500	56
9. Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata dan Persentase Kenaikan Kuat Tekan Beton	57
10. Kuat Lentur Beton dengan <i>Admixtures</i> Naptha E121.....	60
11. Kuat Lentur Beton dengan <i>Admixtures</i> Nexco Polynex He 500.....	61
12. Perbandingan Kuat Lentur Rata-Rata dan Persentase Kenaikan Kuat Lentur Beton	62
13. Perbandingan Uji Lentur Naptha E121 dengan Kuat Lentur Teoritis	65
14. Perbandingan Uji Lentur Nexco P500 dengan Kuat Lentur Teoritis.....	65

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah bahan gabungan yang terdiri dari agregat kasar dan halus yang di campur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan halus, sering kali ditambahkan *admixture* atau *additive* bila di perlukan. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras, dan akan mencapai kekuatan rencana (f'_c) pada usia 28 hari. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton ini sangat dipengaruhi oleh faktor air semen dan suhu selama perawatan. Sebagai materi komposit, keberhasilan penggunaan beton tergantung pada perencanaan yang baik, pemilihan dan pengadaan masing masing material yang baik, proses penanganan dan proses produksinya (Antoni & Nugraha, 2007).

Salah satu penggunaan beton adalah sebagai perkerasan jalan raya (*rigid pavement*) atau perkerasan kaku. *Rigid pavement* dibuat berdasarkan kondisi kepadatan arus lalu lintas dan juga beban yang melewatinya, seperti jalan tol dan jalan khusus yang memiliki faktor-faktor tertentu, seperti alam, fungsi dan lain sebagainya (Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017)

Seiring perkembangan zaman, banyak inovasi yang telah dikeluarkan oleh beberapa pihak untuk dapat menekan biaya produksi ataupun dapat

mempercepat masa pekerjaan, salah satunya dengan cara menambahkan bahan *admixture* ke dalam adukan beton. Dewasa ini, *admixture* beton semakin berkembang dan hadir dengan berbagai varian dengan tujuannya masing-masing.

Sukmaningtyas dkk. (2020), dalam penelitiannya melakukan uji coba dengan menambahkan *admixture* tipe F ke dalam adukan beton dengan persentase 0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, dari berat semen dan diuji setelah 7 hari. Dari penelitian diperoleh bahwa kuat tekan beton yang tertinggi terdapat pada campuran beton dengan persentase *admixture* 0,3% yaitu sebesar 29,09 MPa dan kuat tekan beton yang terendah terdapat pada campuran 0% yaitu sebesar 20,13 MPa. Hal ini membuktikan bahwa penambahan *admixture* mempunyai pengaruh terhadap kuat tekan beton.

Fauziah dkk. (2018), mengemukakan, beton yang telah diaduk namun memerlukan waktu yang lama untuk sampai ke tempat pembongkaran dapat mempengaruhi mutu dan *workability* beton. Oleh karena itu mereka melakukan penelitian dengan cara mencampurkan *Admixtures* Consol SG, yang termasuk jenis *superplasticizer* tipe G (*High Range Water Reducer & Retarder*). Dengan variasi campuran 0%, 0,10%, 0,30%, 0,50%, 0,80%, 1,00%, dan 1,20%. Dari hasil pengujian diketahui bahwa, campuran dengan variasi 1% memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan variasi lainnya yaitu sebesar K-361,37 kg/cm². Mereka mengemukakan bahwasannya terdapat interaksi atau perlakuan sangat nyata antara kuat tekan beton dengan penambahan *admixtures* Consol SG.

Prabowo dan Krisna (2019), melakukan penelitian dengan cara menambahkan limbah padat *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar sebesar 10% terhadap volume agregat kasar dan *admixture* Naptha 7055 (*superplasticizer* tipe F) dengan penambahan 1,4% terhadap berat total semen. Didapatkan hasil yaitu beton dengan penambahan 10% *styrofoam* dapat membuat beton menjadi ringan, namun kuat tekan beton lebih kecil dari beton normal yaitu 13,83 MPa (28 hari). Sedangkan beton dengan 10% *styrofoam* dan 1,4% Naptha 7055 dapat meningkatkan kuat tekan beton, yaitu 16,64 Mpa (28 hari).

Faqihuddin (2021), melakukan penelitian beton normal terhadap penggunaan *superplasticizer* tipe F sebagai bahan pengganti air dengan variasi persentase 0%; 0,3%; 0,5%; dan 0,7% berdasarkan berat semen dan pengurangan air sebanyak 25-30%. Didapatkan hasil dengan nilai *slump* tertinggi pada variasi 0,5% dengan mutu beton 41,444 MPa pada umur 28 hari. Namun persentase 0,7% menghasilkan kuat tekan paling tinggi yaitu sebesar 43,444 MPa. Tercapai pada umur 28 hari.

Berbagai penelitian telah dibuat dengan cara menambahkan variasi campuran *admixture* ke dalam campuran beton, namun belum ada penelitian lebih lanjut terkait penggunaan Naptha tipe E121 dan membandingkan secara langsung dengan *admixture* Nexco Polynex HE 500. Belum ada penelitian secara khusus yang membandingkan antara kedua *admixture* tersebut, oleh sebab itu dalam penelitian ini akan meneliti lebih dalam terkait pengaruh variasi campuran kedua bahan tersebut terhadap pengaruh

kuat tekan dan kuat lentur beton, juga mengetahui campuran *admixture* yang paling efektif sebagai bahan tambahan pada beton *rigid pavement*.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas maka penulis merumuskan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh penambahan variasi campuran *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 terhadap nilai *slump* dan *workability* pada beton (*rigid pavement*).
2. Bagaimanakah pengaruh penambahan variasi campuran *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 terhadap kuat tekan pada beton (*rigid pavement*).
3. Bagaimanakah pengaruh penambahan variasi campuran *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 terhadap kuat lentur pada beton (*rigid pavement*).
4. Berapakah persentase terefektif *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 yang digunakan dalam campuran beton (*rigid pavement*).

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka diperlukan tujuan untuk menjawab rumusan masalah yang terjadi, tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis pengaruh penambahan variasi campuran *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 terhadap nilai *slump* dan *workability* pada beton (*rigid pavement*).

2. Untuk menganalisis pengaruh penambahan variasi campuran *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 terhadap kuat tekan pada beton (*rigid pavement*).
3. Untuk menganalisis pengaruh penambahan variasi campuran *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 terhadap kuat lentur pada beton (*rigid pavement*).
4. Untuk mengetahui persentase terefektif *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 yang digunakan dalam campuran beton (*rigid pavement*).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Material yang digunakan antara lain semen PCC dengan merek Semen Baturaja, agregat halus dari *quarry* Gunung Sugih, dan air yang digunakan diambil dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi Universitas Lampung.
2. Mutu beton rencana f'_c 27 MPa dengan pengujian setelah umur beton 28 hari.
3. Penelitian menggunakan benda uji jenis silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dan sampel balok ukuran 15 x 15 x 60 cm.
4. Bahan *admixture* yang digunakan tergolong *admixture* tipe E dengan merek Naptha E121 dan Nexco Polynex HE 500 dengan variasi campuran 0%, 0,6%, 0,75% , 1%, 1,25% dan 1,5%.

5. Perencanaan dan perhitungan *Mix Design* dilakukan dengan menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*)-ACI 211.1-91, dengan target *slump* rencana 3,8-7,5.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat pada penelitian ini adalah:

1. Diharapkan menjadi referensi untuk penelitian maupun pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku (*rigid pavement*).
2. Diharapkan dapat menambah wawasan mengenai pengaruh *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex HE 500 terhadap beton (*rigid pavement*).
3. Diharapkan dapat menambah wawasan terhadap perbandingan antara Naptha E121 dan Nexco Polynex HE 500, dilihat dari kuat tekan, kuat lentur, dan *workability*.
4. Diharapkan dapat menambah wawasan mengenai persentase terefektif Naptha E121 dan Nexco Polynex HE 500 dalam penggunaan beton (*rigid pavement*).

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dalam penulisan pada penelitian ini terdiri dari sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang landasan teori fundamental sebagai penunjang penelitian yang akan dilakukan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi uraian mengenai gambaran umum dan metode yang akan digunakan untuk memperoleh data – data yang dibutuhkan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil pengumpulan data, pengolahan data, analisis serta pembahasan data berdasarkan teori yang ada.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan akhir yang merupakan hasil dari pembahasan yang didapat dari pengolahan data dan saran dari hasil tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Menurut SNI 2847 (2019), beton merupakan campuran semen *portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Biasanya orang mempercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan pengecoran, sebenarnya saat beton menjadi padat air tidak menguap, tetapi semen bereaksi terhadap air, merekatkan material lainnya bersama dan akhirnya membentuk seperti batu. Biasanya beton digunakan untuk membuat pekerjaan struktur bangunan, pondasi, jembatan, gedung, jalan, dan lain-lain.

Dalam keadaan yang mengeras, beton mempunyai kekuatan yang tinggi. Dalam keadaan segar beton dapat dibentuk dengan berbagai macam, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga akan memberikan hasil dekoratif yang bagus jika pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus, misalnya dengan menampilkan agregatnya, yaitu agregat yang mempunyai bentuk berstruktur seni tinggi diletakkan di bagian luar, sehingga tampak jelas pada permukaan betonnya.

2.1.1. Sifat Umum Beton

Dalam konstruksi, beton tidak harus memiliki semua sifat-sifat beton. Karena sifat-sifat tersebut ditinjau dari kegunaan beton tersebut. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi sifat beton yaitu perbandingan campuran beton, cara mencetak beton, cara memadatkan beton, dan cara merawat beton. Beberapa sifat umum yang dimiliki oleh beton adalah:

a. *Workability*

Workability diartikan sebagai tingkat kemudahan dalam pengerjaan campuran beton untuk diaduk, dituang, diangkut, dan dipadatkan. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain (Mulyono, 2003).

- i. Jumlah air yang dipakai pada adukan beton. Semakin banyak air yang digunakan, semakin mudah beton segar untuk dikerjakan. Namun pemakaian air juga tidak boleh berlebihan.
- ii. Penambahan semen ke dalam campuran adukan beton juga memudahkan cara pengerjaan betonnya, karena diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai faktor air semen tetap.
- iii. Gradasi campuran agregat halus dan agregat kasar, jika campuran agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil) mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton mudah dikerjakan.

- iv. Pemakaian butiran yang bulat akan memudahkan cara pekerjaan.
 - v. Pemakaian butir maksimum agregat kasar (kerikil) yang dipakai berpengaruh terhadap pengerjaan.
 - vi. Cara melakukan pemadatan beton dapat menentukan sifat beton yang berbeda.
 - vii. Selain itu, beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan adalah jumlah kadar udara yang terdapat di dalam beton dan penggunaan bahan tambah dalam campuran beton.
- b. Pemisahan Agregat Kasar (Segregasi)

Pada dasarnya, segregasi adalah proses terjadinya penurunan agregat kasar ke bagian bawah beton segar, atau terpisahnya agregat kasar dari campuran karena cara penuangan dan pemadatan yang tidak baik.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan segregasi antara lain adalah:

- i. Campuran kekurangan air atau kelebihan air.
 - ii. Kurangnya jumlah agregat halus.
 - iii. Ukuran agregat yang lebih dari 25 mm.
- c. Pemisahan Air (*Bleeding*)

Bleeding adalah sebuah peristiwa pemisahan naiknya air ke permukaan setelah dilakukan pemadatan pada beton. Naiknya air disertai dengan membawa semen dan butiran pasir halus, yang kemudian membuat lapisan yang disebut *laitance*.

Lapisan ini akan menjadi penghalang rekatan antara beton di bawahnya dan lapisan beton atasnya. Hal ini sering terjadi pada campuran adukan beton yang terlalu banyak air. Air yang naik ke permukaan ini membawa butiran dan pasir halus. *Bleeding* atau pemisahan air ini sering terjadi setelah pencetakan beton dilakukan yang terlihat pada permukaan beton.

d. Tahan Lama (*Durability*)

Durability adalah ketahanan beton dalam menghadapi segala kondisi yang direncanakan, tanpa mengalami kerusakan (*deteriorate*) selama jangka waktu layannya (*service ability*).

2.1.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Beton memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain:

Kelebihan:

- a. Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- b. Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan, cetakan dapat pula dipakai berulang kali sehingga lebih ekonomis.
- c. Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan.
- d. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.

- e. Beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih murah.

Kekurangan:

- a. Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik sehingga mudah retak, oleh karena itu perlu diberi baja tulangan sebagai penahan gaya Tarik.
- b. Beton keras menyusut dan mengembang apabila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi (*expansion joint*) untuk mencegah terjadinya retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
- c. Untuk mendapatkan beton kedap air yang sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti atau pengerjaannya cukup lama.
- d. Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dengan teliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi daktil, terutama pada struktur tahan gempa (Tjokrodinuljo, 1996).

2.1.3. Karakteristik Beton

Karakteristik-karakteristik beton di antaranya:

- a. Beton mempunyai tegangan tekan yang tinggi, namun pada tegangan tarik yang dimiliki oleh beton sangat rendah.
- b. Beton juga tidak bisa diterapkan pada konstruksi yang menahan momen lengkung.

- c. Beton jika dipaksakan memikul gaya tarik, beton akan mengalami keretakan.
- d. Kekuatan beton dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang dipakai.
- e. Beton akan mencapai kekuatan penuh setelah berumur 28 hari.
- f. Beton memiliki tingkat kekakuan yang tinggi.
- g. Seiring berjalannya waktu, beton akan mengalami pengurangan volume akibat susut dan rangkai.
- h. Beton mampu bertahan hingga mencapai lebih dari 50 tahun.

2.1.4. Sifat Mekanik Beton

Sifat mekanik beton dapat diklasifikasikan sebagai sifat jangka pendek, seperti kuat tekan, tarik, dan geser, serta modulus elastisitas. Sifat jangka panjang, seperti rangkai dan susut.

a. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton dalam menerima gaya per satuan luas beton. Menurut peraturan beton di Indonesia (SNI 2847-2019), kuat tekan beton diberi notasi dengan f'_c , yaitu kuat tekan silinder beton yang disyaratkan pada waktu berumur 28 hari. Berdasarkan standar ASTM C 39, uji tekan beton dilakukan pada benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Selama periode 28 hari silinder beton ini biasanya ditempatkan dalam sebuah ruangan dengan temperatur tetap dan kelembapan 100%.

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat pada benda uji silinder beton sampai hancur. Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990).

Kuat tekan beton dapat dicari dengan rumus:

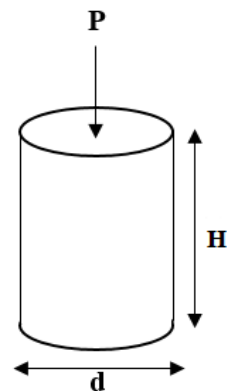
$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

f_c = Kuat tekan beton/beton (MPa)

P = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas penampang silinder = $\frac{1}{4} \pi D^2$ (mm²)



Gambar 1. Sketsa Pengujian Kuat Tekan.

b. Kuat Tarik Lentur

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya yang arahnya tegak lurus sumbu benda uji yang diberikan padanya,

sampai benda itu patah (SNI 4431:2011). Nilai kuat lentur beton dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sigma_t = \frac{P.L}{b.h^2} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

σ_t = Kuat lentur benda uji (MPa)

P = Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (Ton)

L = Jarak antara 2 (dua) garis perletakan (mm)

2.2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku (beton semen) merupakan konstruksi perkerasan dengan bahan baku agregat dan menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya, sehingga mempunyai tingkat kekakuan yang relatif cukup tinggi khususnya bila dibandingkan dengan perkerasan aspal (perkerasan lentur), sehingga dikenal dan disebut sebagai perkerasan kaku atau *rigid pavement*.

Modulus Elastisitas (E) merupakan salah satu parameter yang menunjukkan tingkat kekakuan konstruksi di samping dimensinya; dan dapat dipergunakan sebagai acuan ilustrasi tingkat kekakuan konstruksi perkerasan. Pada perkerasan aspal (perkerasan lentur), modulus elastisitas sekitar (E_a) sekitar 4.000 MPa, sedangkan pada perkerasan kaku (beton semen) modulus elastisitas rata-rata (E_b) berkisar pada besaran 40.000 MPa atau 10 kali lipat dari perkerasan aspal. Uraian singkat diatas memberikan pengertian bahwa jenis konstruksi perkerasan ini sangat beralasan dan tepat untuk disebut atau dinamakan sebagai konstruksi perkerasan kaku.

Pada perkerasan kaku ini, satu lapis beton semen mutu tinggi (sesuai dengan kelasnya) pada konstruksi perkerasan tersebut merupakan konstruksi utama (Kementrian PUPR, 2017).

2.2.1 Keunggulan perkerasan kaku

Menurut Rizky, dkk (2018), perkerasan kaku sendiri memiliki beberapa keunggulan seperti dibawah ini:

a. Biaya operasional lebih murah

Penggunaan perkerasan jalan kaku juga memberikan keuntungan bagi pengembang terutama dalam mengatur biaya operasional. Hingga sekarang *life cycle cost* saat proses perkerasan jalan raya harus dipertimbangkan. Mengenai bahan dasar semen dan beton sudah memberi bukti bahwa biaya operasionalnya lebih rendah dibandingkan perkerasan aspal. Bahan dasar aspal memang cukup mahal jika dimanfaatkan untuk biaya operasional perkerasan jalan, oleh sebab itu pengembang lebih memilih semen dan beton yang lebih terjangkau.

b. Pemeliharaan sederhana

Selanjutnya penggunaan bahan dasar beton dan semen juga memberi keuntungan terhadap pemeliharaan yang lebih mudah dibandingkan menggunakan bahan dasar aspal. Kepekaan bahan semen dalam perkerasan jalan kaku ternyata memberi kemudahan kepada pengembang karena tak perlu melakukan pemeliharaan secara berkala, sedangkan untuk bahan dasar aspal harus melakukan

pemeliharaan mulai dari pemberian lapisan baru yang sudah aus sampai pengurangan beban kendaraan.

c. *Durability* dan keawetan

Jika dilihat dari ketahanan sampai keawetannya, bahan dasar beton dan semen telah memperlihatkan kesan kuat bahkan lebih kokoh dibandingkan aspal. Penyesuaian berat pada bahan semen ataupun beton memperlihatkan satu sistem yang sempurna dimana semua beban berat dari kendaraan akan dialirkan secara merata sehingga lebih awet. Pada konstruksi aspal cenderung tidak tahan beban berat sehingga memberi konsentrasi berat pada satu titik saja.

2.2.2 Jenis Perkerasan Kaku

Tipe perkerasan kaku (beton semen) antara lain dapat dibedakan menjadi:

- a. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan (*jointed plain concrete pavement/JPCP*). Perkerasan tipe ini hanya menggunakan sambungan susut (*contraction joint*) untuk mengontrol retak pada beton. Tipe perkerasan ini menghasilkan jarak antar sambungan tidak lebih dari 6,1 meter. Ruji (*dowel*) digunakan pada sambungan transversal sebagai sistem transfer beban. Batang pengikat (*tie bar*) pada sambungan memanjang digunakan untuk mengikat pelat agar tidak bergerak secara horizontal.
- b. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan (*jointed reinforced concrete pavement/JRCP*). Perkerasan tipe ini menggunakan sambungan susut memanjang maupun melintang dan

- baja tulangan untuk mengontrol retak pada beton. Sambungan transversal tipe perkerasan ini dapat dibuat lebih panjang dibandingkan perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan. Jarak sambungan tipikal antara 7,6 meter sampai 15,2 meter. *Dowel* yang digunakan pada sambungan transversal bermaksud sebagai sistem penyalur beban, sehingga pelat yang saling berdampingan dapat bekerja bersama-sama tanpa terjadi perbedaan penurunan yang berarti.
- c. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan (*continuously reinforced concrete pavement/CRCP*). Perkerasan tipe ini tidak memerlukan adanya sambungan muai. Retak melintang diperbolehkan untuk terjadi akan tetapi diikat kuat oleh baja tulangan menerus (Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Tentang Konsep Dasar dan Konstruksi Perkerasan Kaku, 2017)

2.2.3 Bahan Penyusun Perkerasan Kaku

a. Semen *Portland*

Semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982, dalam Tjokrodinuljo, 1996). Semen *portland* merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Di dunia sebenarnya terdapat berbagai macam semen, dan tiap macamnya digunakan untuk kondisi-kondisi tertentu sesuai dengan sifat-sifatnya yang khusus.

Suatu semen jika diaduk dengan air akan terbentuk adukan pasta semen, sedangkan jika diaduk dengan air kemudian ditambah pasir menjadi mortar semen dan jika ditambah lagi dengan kerikil/batu pecah disebut beton. Bahan-bahan tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu bahan aktif dan bahan pasif. Kelompok aktif yaitu semen dan air, sedangkan yang pasif yaitu kerikil dan pasir (disebut agregat, agregat kasar dan agregat halus). Kelompok yang pasif disebut bahan pengisi sedangkan yang aktif disebut perekat/pengikat.

Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang padat dan juga untuk mengisi rongga-rongga antar butir agregat. Selain itu, juga untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat. Walaupun semen hanya mengisi kira-kira 10% saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan yang aktif maka perlu dipelajari maupun dikontrol secara ilmiah. Semen *portland* secara garis besar terdiri dari 4 (empat) senyawa kimia utama untuk menyusun semen *portland*, yaitu:

1. Trikalsium silika ($3\text{CaO} - \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C3S.

Semakin tinggi kadar C3S pada komposisi semen semakin tinggi pula kualitas semen tersebut dan memiliki kekuatan tinggi dan pengerasan lebih cepat.

2. Dikalsium silika ($2\text{CaO} - \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C₂S, yaitu senyawa mineral semen dengan jumlah 32 sampai 52% berat semen.

3. Trikalsium aluminat ($3\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C3A.
4. Tetrakalsium aluminoforit ($4\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C4AF.

Menurut SNI 15-2049 (2004), membagi kembali semen menjadi beberapa tipe, yaitu:

1. Semen tipe I yaitu semen untuk keperluan umum.
 2. Semen tipe II yaitu semen dengan ketahanan sulfat sedang.
 3. Semen tipe III yaitu semen dengan kekuatan awal tinggi.
 4. Semen tipe IV yaitu semen dengan panas hidrasi rendah.
 5. Semen tipe V yaitu semen dengan ketahanan sulfat tinggi.
- b. Air

Air yang digunakan untuk campuran atau perawatan harus bersih dan bebas dari minyak, garam, asam, bahan nabati, lanau, lumpur atau bahan-bahan lain yang dalam jumlah tertentu dapat membahayakan. Air harus berasal dari sumber yang telah terbukti baik dan memenuhi persyaratan yang ditentukan.

c. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini menempati sebanyak 60 % - 80 % dari volume mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton. Berdasarkan ukuran besar butirnya, agregat yang

dipakai dalam adukan beton dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

Agregat menurut SNI 7656 (2012), menyebutkan, agregat adalah material granular misalnya pasir, kerikil, batu pecah sebagai hasil disintegrasi alami yang dihasilkan dari industri pemecah batu yang mempunyai butir terbesar 0,5 mm untuk agregat halus. Sedangkan agregat kasar mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai dengan 40 mm.

Tujuan digunakannya agregat dalam campuran beton yaitu sebagai berikut:

1. Menghemat penggunaan semen *Portland*.
2. Menghasilkan kekuatan besar pada beton.
3. Mengurangi penyusutan pada perkerasan beton.
4. Dengan gradasi agregat yang baik dapat tercapai beton padat.
5. Sifat dapat dikerjakan (*workability*) dapat diperiksa pada adukan beton dengan gradasi yang baik.

C.1. Agregat Kasar

Agregat kasar (*Coarse Aggregate*) biasa juga disebut kerikil sebagai hasil disintegrasi alami berasal dari jenis batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu.

Jenis agregat kasar:

1. Batu pecah alami: Bahan ini didapat dari cadas atau batu pecah alami yang digali.

2. Kerikil alami: Kerikil didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir.
3. Agregat kasar buatan: Terutama berupa *slag* atau *shale* yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan.
4. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat: Agregat kasar yang diklasifikasi di sini misalnya baja pecah, barit, *magnetit* dan *limonit*.

Berikut agregat kasar (kerikil) ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. Agregat Kasar atau Kerikil.

C.2. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang berbutir kecil antara 0,15 mm dan 5 mm. Dalam pemilihan agregat halus harus benar-benar memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Karena sangat menentukan dalam hal kemudahan pengerjaan (*workability*), kekuatan (*strength*), dan tingkat keawetan (*durability*) dari beton yang dihasilkan. Pasir sebagai bahan pembentuk mortar bersama

semen dan air, berfungsi mengikat agregat kasar menjadi satu kesatuan yang kuat dan padat (Tjokrodinuljo,1996).

Berdasarkan ASTM C 125-03 “*Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates*” agregat halus adalah agregat yang lolos saringan 4,75 mm (No. 4) dan tertahan pada saringan 75 mm (No. 200). Menurut PBI 1971 (NI-2) pasal 33, syarat-syarat agregat halus (pasir) adalah sebagai berikut:

1. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran tajam dan keras, bersifat kekal dalam arti tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti panasmatahari dan hujan.
2. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap jumlah berat agregat kering. Apabila kandungan lumpur lebih dari 5%, agregat halus harus dicuci terlebih dahulu.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.

2.3. Pengaruh Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan tambah seharusnya hanya berguna jika sudah ada evaluasi yang teliti tentang pengaruhnya pada beton, khususnya dalam kondisi dimana beton diharapkan akan digunakan. Bahan tambah ini biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif

sedikit, dan pengawasan yang ketat harus diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Sifat-sifat beton yang diperbaiki itu antara lain kecepatan hidrasi (waktu pengikatan), kemudahan pengerjaan, dan kekedapan terhadap air. Menurut SK SNI S-18-1990-03 (Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton, 1990), bahan tambah kimia dapat dibedakan menjadi 5 (lima) jenis yaitu:

1. Bahan tambah kimia untuk mengurangi jumlah air yang dipakai. Dengan pemakaian bahan tambah ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan lebih cair pada faktor air semen yang sama.
2. Bahan tambah kimia untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini digunakan misalnya pada satu kasus dimana jarak antara tempat pengadukan beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh, sehingga selisih waktu antara mulai pencampuran dan pemadatan lebih dari 1 jam.
3. Bahan tambah kimia untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan di bawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan waktu penyelesaian segera, misalnya perbaikan landasan pacu pesawat udara, balok prategang, jembatan dan sebagainya.
4. Bahan tambah kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.

5. Bahan kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

Mulyono (2004), menyebutkan dalam bukunya bahwa bahan tambah dibagi menjadi tujuh tipe yaitu:

1. Tipe A “*Water-Reducing Admixture*”

Water-Reducing Admixture adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

2. Tipe B “*Retarding Admixtures*”

Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan beton (*setting time*) misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu untuk pemadatan untuk menghindari *cold joints* dan menghindari dampak penurunan saat beton segar pada saat pengecoran dilaksanakan.

3. Tipe C “*Accelerating admixture*”

Accelerating admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.

4. Tipe D “*Water Reducing and Retarding Admixture*”

Water Reducing and Retarding Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

5. Tipe E “*Water Reducing and Accelerating Admixture*”

Water Reducing and Accelerating Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu dan mempercepat pengikatan awal. Bahan ini digunakan untuk menambah kekuatan beton.

6. Tipe F “*Water Reducing, High Range Admixture*”

Water Reducing, High Range Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Fungsinya untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Kadar pengurangan air dalam bahan tambah ini lebih tinggi sehingga diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi. Jenis bahan tambah ini dapat berupa *superplasticizier*. Bahan jenis ini pun termasuk dalam bahan kimia tambahan yang baru dan disebut sebagai bahan tambah kimia pengurang air. Dosis yang disarankan adalah 1% sampai 2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan akan menyebabkan menurunnya kekuatan tekan beton.

7. Tipe G “*Water Reducing, High Range Retarding Admixture*”

Water Reducing, High Range Retarding Admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu,

sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton. Jenis bahan tambah ini merupakan gabungan *superplasticizer* dengan menunda waktu pengikatan beton. Biasanya digunakan untuk kondisi pekerjaan yang sempit karena sedikitnya sumber daya yang mengelola beton yang disebabkan oleh keterbatasan ruang kerja.

2.4. Admixtures (Naptha E121 dan Nexco Polynex HE 500)

Naptha E121 merupakan *admixture* yang termasuk dalam tipe E (*Water Reducing and Accelerating Admixture*) yaitu *superplasticizer Polycarboxylate Base* yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi *slump* tertentu dan mempercepat pengikatan awal. Sehingga bahan ini dapat menambah kekuatan beton dengan nilai faktor air semen yang tepat. (Prabowo dan Krisna, 2019).

Polynex He 500 juga merupakan *admixture* yang termasuk dalam tipe E (*Water Reducing and Accelerating Admixture*) yaitu *superplasticizer Polycarboxylate Base* yang berfungsi meningkatkan *workability*, Mengurangi kebutuhan air (25-35%), Memudahkan pembuatan beton yang sangat cair sehingga memungkinkan penuangan pada tulangan yang rapat atau pada bagian yang sulit dijangkau oleh pemadatan yang memadai.

Simanullang (2019), menjelaskan keuntungan penggunaan dari *admixtures* tipe E adalah:

1. Meningkatkan *workability* namun meningkatkan durabilitas beton.
2. Kuat tekan awal beton lebih tinggi dari beton normal.

3. Dapat diaplikasikan pada kondisi *slump* standar, *slump* tinggi, maupun *slump flow*.
4. *Setting time* beton lebih cepat dari beton normal.
5. Penggunaan air lebih sedikit dari beton normal.

2.5. Penelitian Sebelumnya

Berbagai penelitian telah dibuat dengan cara menambahkan variasi campuran *admixture* ke dalam campuran beton, namun belum ada penelitian lebih lanjut terkait penggunaan Naptha tipe E121 dan membandingkan secara langsung dengan *admixture* Nexco Polynex HE 500. Berikut merupakan beberapa penelitian lain yang berhubungan dengan penelitian ini:

- a) Simanullang (2018), melakukan percobaan terhadap beton yang dicampur dengan *superplasticizer Master Glenium ACE 8595* (tipe F). Dari hasil pengujian kuat tekan dengan penggunaan *superplasticizer MasterGlenium ACE 8595* menunjukkan peningkatan mutu dibandingkan mutu rencana 42 MPa yaitu untuk 0.8%, 1.0%, dan 1.2% secara berturut-turut meningkat sebesar 40.32%, 44.86%, dan 45.52%. Untuk angka koefisien umur pada umur 1 hari, 3 hari, dan 7 hari meningkat dibandingkan dengan koefisien umur PBI 1971. Berdasarkan hasil pengujian maka kita mengetahui bahwa jika menggunakan *superplasticizer Master Glenium ACE 8595* pada beton akan meningkatkan *workability*, kuat tekan dan perubahan koefisien umurnya.

- b) Haryanto (2020), melakukan penelitian beton *Fastrack* mutu tinggi dengan penambahan *admixture* tipe G (ASTM-C494). Berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Universitas Sangga Buana YPKP didapat kesimpulan sebagai berikut. Beton dengan campuran abu terbang (*flyash*) sebanyak 5% dari semen dan 0,90% campuran Sika Viscocrete (*additive*) setelah dilakukan uji kuat tekan memiliki nilai kuat tekan yang tinggi yaitu 21,50 MPa. Beton dengan campuran Abu terbang (*flyash*) sebanyak 10% dari semen dan 0,90% campuran Sika Viscocrete (*additive*) setelah dilakukan uji kuat tekan memiliki nilai kuat tekan yang tinggi yaitu 25,75 MPa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, penggunaan *admixture* type G, dengan penggunaan fas yang tepat, dapat meningkatkan kekuatan awal yang tinggi, yaitu 10 jam terhadap mutu rencana mencapai $f_c' 25$ MPa.

- c) Umiati, Thamrin, Harti (2019), melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton, Pada penelitian ini *superplasticizer* yang dipakai adalah dengan merek Sika Viscocrete-10 sebanyak 1 % dari berat semen. Mutu beton yang dicoba pada penelitian adalah $f_c 30$ MPa, $f_c 35$ MPa, $f_c 40$ MPa, $f_c 50$ MPa. *Slump* beton segar sebesar 18 ± 3 cm. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa *superplasticizer* yang dimasukkan ke dalam adukan beton segar, meningkatkan *slump* sehingga tercapai 18 cm pada adukan beton segar $f_c 30$ MPa , 20 cm pada $f_c 35$ MPa ,18 cm pada $f_c 40$ MPa dan 18 cm pada $f_c 50$ MPa. Pengurangan air adukan sebesar 16,1% untuk beton $f_c 30$ MPa, 23% untuk beton $f_c 35$ MPa, 31% untuk beton f_c

40 MPa dan 32,8% untuk beton f'_c 50 MPa. Kekuatan beton meningkat dibandingkan dengan beton tanpa penambahan *superplasticizer*. Peningkatan kuat tekan sebesar 14.16% untuk f'_c 30 MPa, sebesar 41.74% untuk f'_c 30 MPa, sebesar 53.68% untuk f'_c 30 MPa; dan sebesar 43.53% untuk f'_c 50 MPa.

- d) Faqihuddin, Hermansyah, Kurniati (2021), melakukan penelitian dengan meninjau campuran beton normal dengan penggunaan *superplasticizer* sebagai bahan pengganti air sebesar 0%; 0,3%; 0,5% dan 0,7% berdasarkan berat semen. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan variasi *superplasticizer* sebagai bahan pengganti air mempengaruhi nilai *slump*, berat volume dan nilai kuat tekan beton. Nilai *slump* tertinggi pada variasi 0,5% sebesar 17 cm, masuk dalam nilai *slump* rencana. Berat volume maksimum pada variasi 0,7% sebesar 2402,4 kg/m³, masuk dalam kategori beton berbobot normal. Nilai kuat tekan tertinggi umur 7 hari pada variasi 0,5% sebesar 37,5 MPa dengan persentase peningkatan kuat tekan diperoleh sebesar 17,77%, nilai kuat tekan tersebut mencapai kuat tekan rencana. Nilai kuat tekan tertinggi umur 28 hari pada variasi 0,7% sebesar 43,4 MPa dengan persentase peningkatan kuat tekan sebesar 17,81%, nilai kuat tekan umur 28 hari masuk dalam kategori beton mutu tinggi.
- e) Fauzia, Yanti, Megasari (2018), Mereka melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi penambahan bahan adiktif Consol SG Pada penelitian digunakan variasi penambahan Consol SG sebanyak 0%,

0,10%, 0,30%, 0,50%, 0,80%, 1,00%, dan 1,20%. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan dan tanpa penambahan Consol SG, maka diperoleh hasil pengujian kuat tekan beton pada seluruh benda uji lebih tinggi dari pada kuat tekan beton rencana yaitu K-225. Nilai kuat tekan rata-rata paling tinggi diperoleh pada persentase penambahan Consol SG 1,00%, yaitu 361,37 Kg/cm, ini memperjelas bahwa terdapat interaksi atau perlakuan sangat nyata antara kuat tekan beton dengan penambahan bahan aditif Consol SG.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilakukan untuk mendapatkan data-data hasil penelitian pada beton normal dengan menambahkan dua macam *admixture*, yaitu *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500. Pada penelitian ini digunakan variasi masing-masing *admixture* sebesar 0%, 0,6%, 0,75%, 1%, 1,25% dan 1,5%. Kemudian sampel diuji dengan dua jenis pengujian untuk mengetahui perbandingan dari penggunaan kedua *admixture* tersebut. Dengan dua jenis pengujian yaitu uji kuat tekan dan kuat tarik lentur, uji kuat tekan dengan ukuran sampel silinder dimensi 15 cm x 30 cm, jumlah sampel silinder sebanyak 36 sampel, dan untuk uji kuat lentur dengan sampel balok ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm sebanyak 36 sampel. Pengujian dilakukan setelah beton mencapai umur 28 hari.

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dan pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

3.2 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini merupakan hal yang pertama dilakukan. Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Alat yang digunakan

Alat berupa peralatan yang digunakan selama melakukan penelitian ini:

a) Timbangan

Timbangan yang digunakan pada persiapan dan pelaksanaan ini adalah timbangan dengan ketelitian 0,1 dengan kapasitas maksimum 30 kg.

b) Kontainer

Kontainer adalah aluminium yang berbentuk persegi yang sering digunakan sebagai wadah atau tempat untuk agregat.

c) Gelas Ukur 100 cc

Gelas ukur ini digunakan untuk wadah dan alat ukur untuk memastikan berat *superplasticizer* sesuai dengan kebutuhan.

d) *Pycnometer*

Pycnometer digunakan sebagai alat untuk menguji kandungan zat organik dalam pasir.

e) Kerucut Pasir

Kerucut pasir yang sering juga disebut kerucut abrams ini digunakan dalam pengujian agregat halus untuk mengetahui apakah agregat sudah berada pada kondisi SSD.

f) Saringan ASTM

Diameter saringan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 37,5 mm; 25 mm; 19 mm; 12,5 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; dan pan. Alat tersebut digunakan untuk memisahkan ukuran agregat kasar untuk memastikan

berat dari gradasi masing – masing saringan sama beratnya untuk setiap sampel beton.

g) Oven

Oven digunakan untuk memanaskan ataupun mengeringkan bahan-bahan saat pengujian material agar mendapatkan data yang diinginkan. Oven yang digunakan mempunyai kapasitas suhu maksimum 110°C dengan daya sebesar 2800 Watt.

h) *Concrete Mixer*

Concrete mixer dalam penelitian ini berupa mesin molen mini yang memiliki kapasitas maksimal yaitu $0,125\text{ m}^3$ dengan kecepatan 20-30 putaran per menit.

i) Cetakan Benda Uji

Bekisting digunakan untuk mencetak beton sesuai dengan bentuk dan kebutuhannya. Bekisting yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dan balok berukuran 600 x 150 x 150 mm.

j) Bak perendam

Digunakan untuk proses *curing* beton SCC yang bertujuan menjaga kelembaban agar beton tidak cepat kehilangan air.

k) *Compressing Testing Machine (CTM)*

Mesin CTM digunakan sebagai alat uji kuat tekan untuk benda uji kubus, dan uji kuat tarik belah pada benda uji silinder. Mesin CTM yang digunakan pada penelitian ini berasal dari merek dagang Controls dengan kapasitas beban maksimal 3000 kN.

1) *Hydraulic Concrete Beam Testing Machine*

Untuk menentukan kekuatan lentur balok beton dengan menggunakan sebuah balok sederhana dengan pembebanan titik ketiga.

2. Bahan yang digunakan

a. Air

Air pada penelitian ini diperoleh dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

b. Semen *Portland*

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan semen PCC dengan merek dagang Semen Baturaja.

c. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang diperoleh dari Tanjungan, Lampung Selatan dengan ukuran gradasi 1 – 2.

d. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari Gunung Sugih, Lampung Tengah. Secara visual, pasir ini memiliki tekstur yang relatif bulat dan berwarna coklat keputihan.

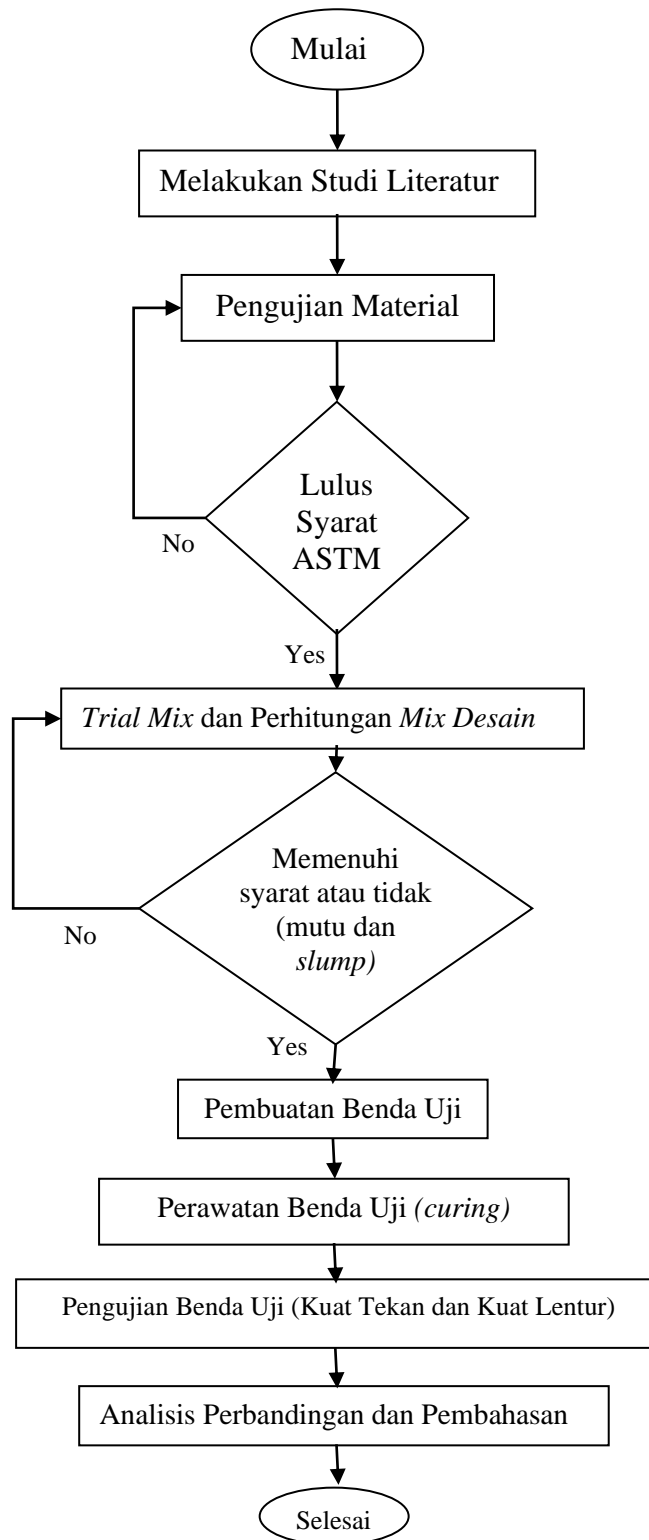
e. *Superplasticizer*

Superplasticizer yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *superplasticizer water reducer and accelerator* dengan merek Naptha

E121 dan Nexco Polynex He 500, dan variasi campuran 0%, 0,6%, 0,75%, 1%, 1,25% dan 1,5%.

3.3 Prosedur Pelaksanaan

Pada tahap ini dibagi dalam beberapa bagian, yaitu pemeriksaan material, perencanaan *Mix Design* dan *Trial Mix*, pembuatan sampel benda uji, perawatan benda uji, dan kemudian pengujian sampel benda uji. Secara singkat diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian.

3.3.1. A. Pemeriksaan Material

Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan material pada agregat kasar dan agregat halus. Data-data yang didapat kemudian disesuaikan dengan syarat ASTM yang ada. Kemudian, data yang didapat dari hasil pemeriksaan material tersebut digunakan untuk perhitungan *mix design* beton.

Pada agregat kasar dilakukan pengujian, antara lain:

1. Kadar air agregat kasar (ASTM C 556-78)
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (ASTM C 127-88).
3. Gradasi agregat kasar (ASTM C 33-93)
4. Berat volume agregat kasar (ASTM C 29)

Pada agregat halus dilakukan pengujian, antara lain:

1. Kadar air agregat halus (ASTM C 566-78)
2. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (ASTM C128-98)
3. Kadar lumpur agregat halus (ASTM C 117-80)
4. Kandungan zat organis agregat halus (ASTM C 40-92)
5. Pengujian gradasi agregat halus (ASTM C 33-93)
6. Berat volume agregat halus (ASTM C 29)

B. Hasil Pengujian *Properties* Material

Pengujian pada material bertujuan untuk mengetahui data fisik material yang akan digunakan untuk perhitungan *mix design*. Adapun pengujian material diantaranya kadar air, berat jenis, penyerapan, gradasi, berat volume, kadar lumpur, dan kandungan zat organis terhadap material penyusun beton. Adapun hasil pengujian material dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Hasil Pengujian Material Penyusun Beton

Jenis pengujian	Material Yang Dipakai	Nilai Hasil Pengujian	Standar ASTM
Kadar Air	Agregat Halus	0,7962 %	0 – 1 %
	Agregat Kasar	1,9311 %	0 – 3 %
Berat Jenis	Agregat Halus	2,6041 %	2,0 – 2,7
	Agregat Kasar	2,5604 %	2,5 – 2,7
Penyerapan	Agregat Halus	2,6142 %	1 – 3 %
	Agregat Kasar	2,3242 %	1 – 3 %
Modulus Kehalusan	Agregat Halus	2,7394	2,3 – 3,1
Berat Volume	Agregat Halus	1638,4 kg/m ³	-
	Agregat Kasar	1512,8 kg/m ³	-
Kadar Lumpur	Agregat Halus	2,9071 %	< 5 %
Kandungan Zat Organik	Agregat Halus	Nomor warna 2	< Nomor warna 3

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 3, maka dapat dikatakan bahwa material penyusun beton yang digunakan telah memenuhi standar ASTM sehingga dapat digunakan sebagai campuran beton.

3.3.2. A. Perencanaan Campuran (*mix design*)

Pada perancangan campuran beton ini dilakukan dengan menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*)-ACI 211.1-91 yang kemudian komposisinya disesuaikan dengan syarat yang sesuai dengan metode ACI. Pada hal ini dilakukan *trial mix* untuk beton normal yang menghasilkan nilai *slump* sebesar nilai standar 350 – 700 mm. Juga sampel beton dengan campuran *admixtures* untuk mengetahui variasi campuran yang relevan. Dengan mengikuti prosedur pada metode tersebut maka akan diperoleh kebutuhan bahan-bahan susun beton untuk 1 m³.

B. Kebutuhan Material Campuran Beton

Kebutuhan material dihitung dengan menggunakan metode ACI 211.1-91. Yaitu menggunakan dua jenis *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He:500, yaitu termasuk *superplasticizer* tipe E, dengan pengurangan air sebanyak 30%.

Tabel 2. Kebutuhan Material Beton per 1 m³

Material	Beton tanpa <i>admixture</i>	Beton dengan <i>admixture</i>
Semen	481 kg	481 kg
Agregat Halus	735,1 kg	735,1 kg
Agregat Kasar	922,9 kg	922,9 kg
Air	200 kg	140 kg

Tabel 3. Kebutuhan *Admixtures* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 per 1 m³ Beton

Variasi	Berat <i>Admixtures</i> (kg)
0%	0
0,6%	2,886
0,75%	3,607
1%	4,810
1,25%	6,012
1,5%	7,214

3.3.3. Pembuatan Sampel Benda Uji

Sampel benda uji dibuat sebanyak 48 sampel, 24 benda uji silinder ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm untuk pengujian kuat tekan dan 24 benda uji balok berukuran lebar 150 mm, tinggi 150 mm dan panjang 600 mm untuk pengujian kuat tarik lentur beton.

Setiap variasi terdiri dari 3 (tiga) sampel. Semua sampel ini dilakukan pengujian pada umur sampel 28 hari dengan keterangan sebagai berikut:

Tabel 4. Data Jumlah Benda Uji Campuran Naptha E121

Variasi Penambahan Naptha E121	Sampel Uji Kuat Tekan (Silinder)	Sampel Uji Kuat Tarik Lentur (Balok)
0%	3	3
0,6%	3	3
0,75%	3	3
1%	3	3
1,25%	3	3
1,5%	3	3

Tabel 5. Data Jumlah Benda Uji Campuran Nexco Polynex HE 500

Variasi Penambahan Nexco Polynex	Sampel Uji Kuat Tekan (Silinder)	Sampel Uji Kuat Tarik Lentur (Balok)
0%	3	3
0,6%	3	3
0,75%	3	3
1%	3	3
1,25%	3	3
1,5%	3	3

Pembuatan benda uji dilakukan berdasarkan hasil dari perencanaan *trial mix design* yang telah dilakukan. Pada beton dengan campuran *admixture*, variasi *admixture* tersebut dicampurkan bersamaan dengan air yang akan digunakan, setelah agregat kasar dan agregat halus dimasukkan pada *mixer concrete*. Pencampuran *admixture* dimasukkan secara perlahan-lahan agar beton yang dibuat menjadi homogen, atau tercampur secara merata.

3.3.4. Pengujian *Workability*

Pada pengujian ini dilakukan dengan beton segar yang dengan atau tanpa *admixtures* untuk menguji kemampuan *flowability* beton tersebut dengan menggunakan alat *slump test*. Pengujian *slump-test* ini merupakan pengukuran dari titik puncak penurunan beton segar hingga ke tinggi alat *slump-test*. Alat dan prosedur pada pengujian ini disesuaikan dengan standar ASTM C143-04.

Hal yang harus diperhatikan saat pengujian beton segar dengan campuran *admixtures* adalah waktu pekerjaan harus cepat, ketepatan membaca dan mengukur nilai *slump* perlu diperhatikan, karena efek dari *admixtures* membuat beton segar memiliki kemampuan *setting time* yang lebih cepat dibandingkan dengan beton normal.

3.3.5. Perawatan Sampel Benda Uji (*Curing*)

Setelah benda uji dimasukkan ke dalam cetakan dan telah dibiarkan selama 24 jam, maka cetakan benda uji tersebut dibuka dan direndam dalam bak air selama 26 hari untuk kemudian dilakukan pengujian pada umur beton 28 hari. Setelah benda uji direndam sampai selama 26 hari, kemudian benda uji diangkat dan didiamkan selama 24 jam sebelum dilakukan pengujian kekuatan. Hal ini dilakukan untuk menjamin proses hidrasi dapat berlangsung dengan baik dan proses pengerasan terjadi dengan sempurna sehingga tidak terjadi retak-retak pada beton dan mutu beton dapat terjamin.

3.3.6. Pengujian Sampel Benda Uji

Pada penelitian kali ini, sampel benda uji ini akan dilakukan 2 pengujian, yaitu pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik lentur beton.

a) Kuat tekan beton

Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine* (CTM) berkapasitas 150 ton dengan kecepatan pembebanan 0,14–0,34 MPa/detik. Benda uji ini harus melewati proses *curing* dan kemudian ditimbang dan dicatat dan diberi tanda. Sebelum melakukan pengujian kuat tekan beton, permukaan tekan benda uji silinder harus rata agar tegangan terdistribusi secara merata pada penampang benda uji. Pengujian dilakukan dengan mengatur alat CTM agar memberikan beban yang berulang menekan secara terus menerus hingga sampel beton tak mampu menahan beban yang diberikan. Kuat tekan beton adalah kemampuan beton menahan gaya tekan tertentu (dihasilkan oleh mesin tekan) dengan beban per satuan luas hingga beton hancur (SNI 03-1974-1990). Kekuatan tekan beton dapat dihitung dengan persamaan (3).

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3)$$

dimana:

f_c = Kuat tekan beton/beton (MPa)

P = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas penampang silinder = $\frac{1}{4} \pi D^2$ (mm²)

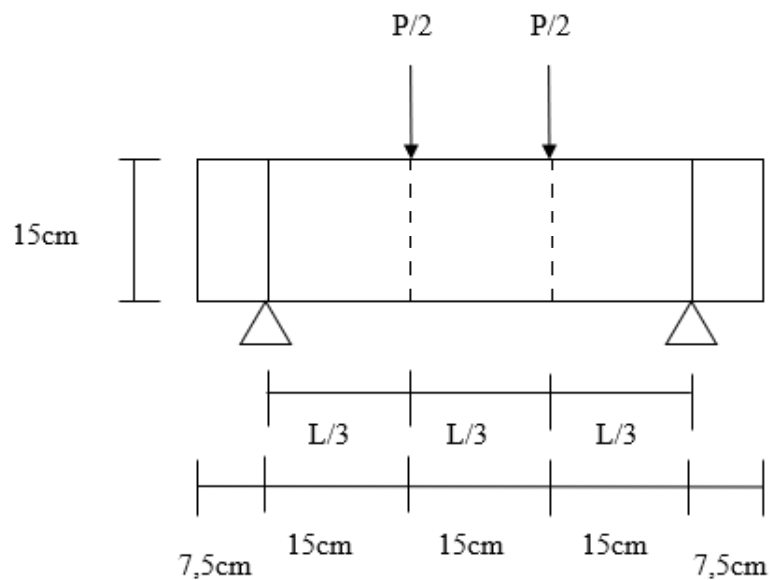
b) Kuat tarik lentur

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepadanya, sampai benda uji patah (SNI 4431:2011). Nilai kuat lentur beton dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sigma_t = \frac{P.L}{b.h^2} \dots \dots \dots (4)$$

atau

$$\sigma_t = \frac{P.a}{b.h^2} \dots \dots \dots (5)$$



Gambar 4. Benda Uji, Perletakan dan Pembebanan.

Dimana:

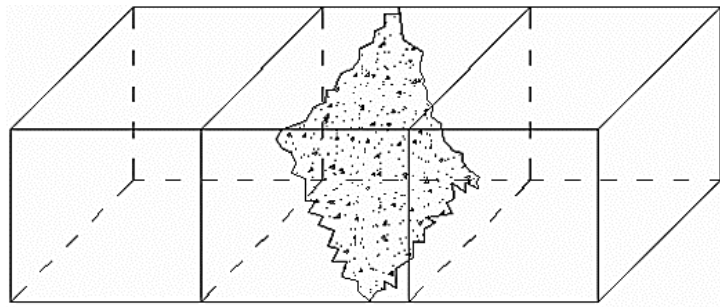
σ_t = Kuat tarik lentur beton (MPa)

P = Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (Ton)

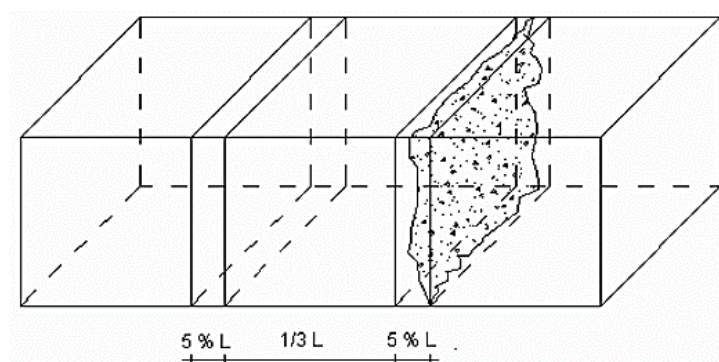
L = Jarak antara 2 (dua) garis perletakan (mm)

- a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm)
- b = Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
- h = Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

Penggunaan persamaan 4 dan 5 tergantung pada garis-garis perletakan dan pembebanan seperti Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Patah pada 1/3 Bentang Tengah (Persamaan 4)



Gambar 6. Patah di Luar 1/3 Bentang Tengah Dan Garis Patah Pada $<5\%$ Dari Bentang (Persamaan 5).

3.3.7. Analisis Hasil Penelitian

Analisis hasil penelitian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Melakukan pengujian material sesuai dengan prosedur yang ada pada ASTM (*American Society for Testing and Material*) dan SNI.
- b. Melakukan pengujian *slump test* terhadap beton dengan campuran *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500
- c. Menyajikan hasil *slump test* dalam bentuk tabel dan grafik untuk melihat pengaruh kedua *admixture* terhadap nilai *slump*.
- d. Membandingkan campuran beton dengan *admixture* secara visual.
- e. Menghitung kuat tekan beton benda uji silinder dan disajikan dalam bentuk tabel berdasarkan Persamaan 1.
- f. Dari hasil pengujian kuat tekan beton dibuat grafik hubungan antara pengaruh variasi penambahan Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 terhadap hasil kuat tekan.
- g. Menghitung kuat tarik lentur beton benda uji balok dan disajikan dalam bentuk tabel dengan Persamaan 4.
- h. Dari hasil pengujian kuat tarik lentur beton dibuat grafik hubungan antara pengaruh variasi penggunaan Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 terhadap hasil kuat tarik lentur.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai uji *slump test*, kuat tekan, dan kuat lentur beton dengan enam variasi dari penambahan dua jenis *admixture* yaitu Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian *slump*, pada persentase 0,6% dan 0,75% dengan *admixture* Nexco Polynex He 500 menghasilkan nilai *slump* sebesar 9,5 cm dan 19 cm melebihi batas untuk pekerjaan *rigid pavement*, sedangkan *admixture* Naptha E121 pada persentase yang sama, nilai *slump* yang dihasilkan sebesar 5 cm, hal ini membuktikan bahwa *admixture* Nexco Polynex He 500 memiliki pengaruh lebih tinggi terhadap peningkatan nilai *slump*. Penggunaan *admixture* Naptha E121 pada persentase diatas 0,75% dianggap tidak relevan jika diterapkan pada konstruksi *rigid pavement* karena *slump* yang melampaui batas yang diisyaratkan Dinas Binamarga, yaitu sebesar 3,8-7,5 cm. Namun, masih dapat digunakan untuk pekerjaan konstruksi lain seperti bangunan gedung.
2. Pengujian kuat tekan menunjukkan hasil yang signifikan seiring dengan penambahan variasi *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500.

Kuat tekan beton tertinggi yaitu pada variasi 1,5% Naptha E121 dan Nexco Polynex He 500 dengan nilai kuat tekan berturut sebesar 39,326 MPa dan 38,052 MPa. Kedua jenis *admixture* memberikan pengaruh terhadap persentase kenaikan kuat tekan beton, namun untuk selisih kuat tekan tertinggi terjadi antara persentase penambahan *admixture* sebesar 0,6% dan 0,75%.

3. Hasil pengujian kuat lentur beton normal dan beton dengan menggunakan *admixture* telah melampaui batas yang diisyaratkan Binamarga yaitu sebesar $f_s = 4,5$ MPa. Kuat lentur tertinggi yaitu pada persentase 0,75% Naptha E121 sebesar 5,305 MPa dan persentase 0,75% *admixture* Nexco Polynex He 500 sebesar 5,165 MPa. Variasi diatas 0,75% mengalami penurunan kuat lentur beton.
4. Meninjau dari nilai *slump*, kuat tekan, kuat lentur, serta *workability* dari masing-masing persentase penambahan *admixture* dapat disimpulkan bahwa persentase paling efektif pada penggunaan *admixture* Naptha E121 yaitu pada persentase 0,75%, karena nilai *slump* yang memenuhi standar, *workability* yang dikatakan tepat sehingga memudahkan pekerjaan, persentase peningkatan kuat tekan yang lebih tinggi dibanding beton normal dan kuat lentur lebih tinggi dibanding variasi persentase penambahan *admixture* lainnya. Sedangkan, pada penggunaan Nexco Polynex He 500 perlu koreksi nilai f_s karena nilai *slump* yang melampaui batas yang disyaratkan untuk pekerjaan *rigid pavement*.

B. Saran

Adapun beberapa saran penulis untuk penelitian selanjutnya antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian mengenai variasi persentase penambahan *admixture* dengan persentase yang beragam dan selisih persentase yang lebih kecil, agar hasil yang didapatkan lebih akurat.
2. Perlakuan terhadap material, bahan dan benda uji harus sama agar didapatkan hasil yang bersifat perbandingan setara atau setingkat.
3. Perlu di perhatikan pada perencanaan campuran (*mix design*) serta ketelitian dalam penimbangan bahan, karena berpengaruh terhadap penentuan kualitas beton yang dihasilkan.
4. Proses pencampuran *admixture* ke dalam adukan beton perlu diperhatikan agar terdistribusi secara sempurna, sehingga beton bersifat homogen.
5. Sebaiknya dibuat jadwal alur penelitian agar penelitian berjalan efektif dan terstruktur untuk setiap alur penelitian seperti perrsiapan bahan, proses uji material, *trial mix*, *mix design*, *curing*, .serta pengujian sampel.
6. Pada proses pelaksanaan sebaiknya menggunakan alat K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja) yang lengkap untuk melindungi diri terhadap kemungkinan adanya bahaya/kecelakaan kerja.
7. Variasi persentase pada *admixture* Naptha E121 dan Nexco Polynece HE 500 perlu ditambahkan untuk mengetahui nilai persentase efektif agar mendapatkan nilai kuat tekan beton maksimum dengan koreksi faktor air semen.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 318. (2014). *Commentary on Building Code Requirements for Structural Concrete. United States.*
- Arman, A. & Oftan, A. (2021). "Studi Eksperimental Efektifitas Penggunaan Zat Adiktif Fosroc SP 337 Pada Beton" Rang Teknik Journal. vol.4 no 2.
- Anggraeni, S.S. (2014). "Pengaruh Kadar Zat *Additive* Terhadap Kuat Tekan Pada Beton Mutu Tinggi" Universitas Lampung. Lampung.
- ASTM C33. (2013). *Standard Specification for Concrete Aggregates. United States.*
- ASTM C39. (2014). *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Speciment. United States.*
- ASTM C78. (2002). *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading).*
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. SNI 2847. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2018). "Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan". Jakarta.
- Faqihuddin, D. (2021) 'Tinjauan Campuran Beton Normal Dengan Penggunaan Padat . "journal of Civil Engineering and lanning)', 2(1), pp. 34-45.
- Fauzia, I., Yanti G., & Megasari, S.W. (2018). "Pengaruh Variasi Penambahan Bahan aditif Consol Sg Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal Teknik Universitas Lancang Kuning", vol.12 no 2, pp 155-162.
- Haryanto, A.T. (2020). "Kajian Kuat Lentur Beton *Fast Track* mutu Tinggi Dengan Penambahan Zat *Additive* Type G (Astm-C494)" Universitas Sangga Buana, Bandung.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017) 'Konsep Dasar dan Konstruksi Perkerasan Kaku', *Modul 1 Konsep Dasar Konstruksi Perkerasan Kaku*, p. 51. Bandung.

- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). Modul 2 Bahan dan Pengujian Bahan Perkerasan Kaku. Diklat Perkerasan Kaku. Bandung.
- Noorhidana, V.A., Irianti, L., & Junaedi, T. (2021). “*Mechanical Properties Improvement of Self Compacting Concrete (SCC) using Polypropylene Fiber*”. *Journal of Engineering and Scientific Research*. Volume 3.
- Prabowo, A.B. & Krisna, S.M. (2019). ” Pengaruh Limbah Padat *Styrofoam* Dan Zat *Additive* Naptha 7055 Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Normal” *Jurnal Teknik Sipil Unjani, Cimahi*.
- Rizky, M., Wibosono, G., & Olivia, M. (2020). “Studi Parametrik Beton Campuran Remah Karet dan *Fly Ash Bottom Ash (Faba)* Untuk Perkerasan Kaku” *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil. A Scientific Journal Of Civil Engineering-Vol. 24 No. 2*.
- Simanullang, R. (2018). “Pengaruh Penambahan *Superplasticizer Masterglenium Ace 8595* Terhadap Kuat Tekan dan Koefisien Umur Beton” Univeritas Sumatera Utara, Medan.
- SNI 1974: (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 4431. (2011). Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 15-2049. (2004). Semen Portland Komposit. Badan Standarisasi Nasional. Indonesia.
- Sukmaningtyas, D.H., Azizi, A., & Salim, M.A. (2020). “*Compression Strength Analysis Of Concrete Fast Track With Master Glenium Ace 8111 Additives*” *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan vol.1 no.2*. Universitas Muhammadiyah Purwakarta, Purwakarta.
- Umiati, S., Thamrin, R., & Harti, N. (2019). “Pengaruh Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton”. *Prosiding the 6th ACE Conference*. Padang.
- Wantoro, W. & Hadipratomo, W. (2017). “Studi Eksperimental Pengaruh Berbagai Kadar *Viscocrete* Pada Berbagai Umur Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi $f'_c = 45$ MPa” Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- Yamali, F. R. (2011). “Pengaruh Bahan Tambah Kimia Terhadap Mutu Kuat Lentur Beton” *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi Vol. 11 No.3*.