

**PENGARUH PEMASANGAN *WIREMESH* TERHADAP SUSUT BETON
PADA BAGIAN TENGAH SEGMENT PERKERASAN KAKU
24 JAM PERTAMA**

Skripsi

Oleh

FAZA SILMA KHALIDA

1915011071



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGARUH PEMASANGAN *WIREMESH* TERHADAP SUSUT BETON PADA BAGIAN TENGAH SEGMENT PERKERASAN KAKU 24 JAM PERTAMA

Oleh

FAZA SILMA KHALIDA

Karena proses alamiah, beton mengalami deformasi. Deformasi yang melebihi kemampuan beton akan menyebabkan retak pada struktur. Pada umumnya tulangan dikenal mampu mengurangi susut. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *wiremesh* pada perkerasan kaku terhadap deformasi pada 24 jam pertama umur beton. Penelitian ini dilakukan di jalan ruas Simpang Korpri-Purwotani, Lampung Selatan, Indonesia. *Wiremesh* M10 dimensi 1670 mm × 1500 mm diletakkan pada kedalaman 150mm di tengah segmen. Segmen perkerasan kaku yang digunakan memiliki dimensi 5000 mm × 4500 mm × 300 mm. Regangan diperoleh dengan menggunakan *Embedment Vibrating Wire Strain Gauge* (EVWSG) yang diletakkan 20 mm di atas *wiremesh* (SG_{wt}) dan 20 mm dari permukaan atas perkerasan kaku (SG_{wa}) pada segmen yang sama. Selain itu, digunakan perkerasan kaku tanpa *wiremesh* dengan EVWSG pada kedalaman 150mm (SG_{tw}) pada segmen yang lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa regangan atau kembang susut yang terjadi pada kedalaman sekitar 150 mm dengan pengaruh *wiremesh* memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dengan kembang susut tanpa pengaruh *wiremesh*. Oleh karena itu, pada penelitian ini *wiremesh* tidak memiliki pengaruh terhadap susut yang terjadi pada 24 jam pertama umur beton. Sementara, susut terkecil terjadi pada kedalaman 20 mm, kecuali pada umur beton 13 – 17 jam akibat suhu udara mencapai nilai yang tinggi pada waktu ini. Pada penelitian ini, hidrasi semen memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kembang susut beton, sedangkan suhu udara dan kelembapan relatif memiliki pengaruh yang relatif kecil.

Kata kunci: beton, deformasi, perkerasan kaku, susut, *wiremesh*

ABSTRACT

THE EFFECT OF WIREMESH INSTALLATION ON CONCRETE SHRINKAGE IN THE MIDDLE OF THE RIGID PAVEMENT SEGMENT FIRST 24 HOURS

By

FAZA SILMA KHALIDA

Due to natural processes, concrete undergoes deformation. Deformation beyond the capacity of concrete can lead to cracks in the structure. Generally, reinforcement is known to reduce shrinkage. The purpose of this research is to determine the effect of wire mesh usage on rigid pavement deformation within the first 24 hours of concrete age. This research was conducted on the Simpang Korpri-Purwotani road segment in South Lampung, Indonesia. M10 wiremesh with dimensions of 1670 mm × 1500 mm is placed at a depth of 150 mm in the middle of the segment. The rigid pavement segment used has dimensions of 5000 mm × 4500 mm × 300 mm. Strain is obtained using the Embedment Vibrating Wire Strain Gauge (EVWSG), placed 20 mm above the wiremesh (SG_{wt}) and 20 mm from the top surface of the rigid pavement (SG_{wa}) in the same segment. Furthermore, rigid pavement without wiremesh is used with EVWSG at a depth of 150mm (SG_{tw}) in other segments. Research results indicate that the strain or shrinkage occurring at a depth of approximately 150mm with the influence of wiremesh is not significantly different from shrinkage without the influence of wiremesh. Therefore, the smallest shrinkage occurs at a depth of 20 mm, except for concrete aged 13-17 hours due to high air temperature during this time. In this study, cement hydration significantly influences concrete shrinkage, while air temperature and relative humidity have relatively minor effects.

Keyword: concrete, deformation, rigid pavement, shrinkage, wiremesh

**PENGARUH PEMASANGAN *WIREMESH* TERHADAP SUSUT BETON
PADA BAGIAN TENGAH SEGMENT PERKERASAN KAKU
24 JAM PERTAMA**

Oleh

FAZA SILMA KHALIDA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar SARJANA TEKNIK

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **PENGARUH PEMASANGAN *WIREMESH*
TERHADAP SUSUT BETON PADA BAGIAN
TENGAH SEGMENT PERKERASAN KAKU
24 JAM PERTAMA**

Nama Mahasiswa : **Faza Silma Khalida**

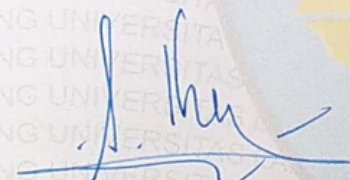
Nomor Pokok Mahasiswa : 1915011071

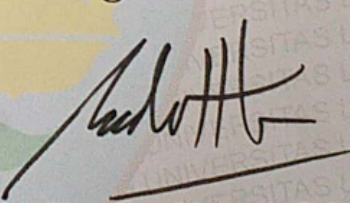
Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

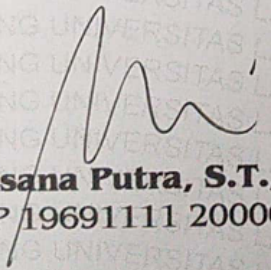
1. Komisi Pembimbing

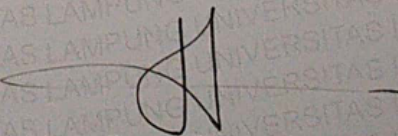

Prof. Dr. Ir. C. Niken DWSBU., M.T.
NIP 19580613 198403 2 003


Ir. Masdar Helmi, S.T., D.E.A., Ph.D.
NIP 19700430 199703 1 003

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

3. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil


Sasana Putra, S.T., M.T.
NIP 19691111 200003 1 002

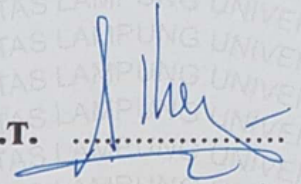

Dr. Suyadi, S.T., M.T.
NIP 19741225 200501 1 003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

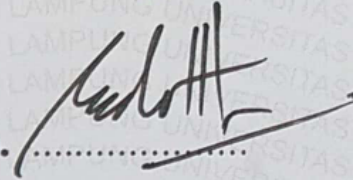
Ketua

: **Prof. Dr. Ir. C. Niken DWSBU., M.T.**



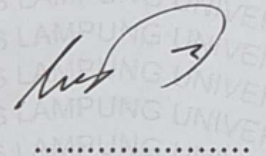
Sekretaris

: **Ir. Masdar Helmi, S.T., D.E.A., Ph.D.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. Laksmi Irianti, M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik



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

NIP 19750928 200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 11 September 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faza Silma Khalida

NPM : 1915011071

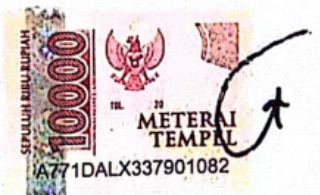
Prodi/Jurusan : S1/Teknik Sipil

Fakultas : Teknik Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul "Pengaruh Pemasangan *Wiremesh* terhadap Susut Beton pada Bagian Tengah Segmen Perkerasan Kaku 24 Jam Pertama" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka. Ide penelitian didapat dari Pembimbing I, oleh karena itu baik atas data penelitian berada pada Saya dan Pembimbing I, Ibu Prof. Dr. Ir. Chatarina Niken DWSBU, M.T.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 23 September 2024



Faza Silma Khalida

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Faza Silma Khalida, lahir di Metro 15 Juli 2001. Penulis merupakan anak bungsu dari pasangan Bapak Awang Subianto dan Ibu Gemi Usriyah. Penulis mempunyai seorang kakak perempuan bernama Hafidita Khoty Lutfi Al Afandi.

Penulis memulai jenjang pendidikan di TK Aisyiyah Yosomulyo saat berusia 4 tahun. Kemudian melanjutkan pendidikan tingkat dasar di SD Negeri 9 Metro Pusat pada tahun 2008 – 2013. Lalu dilanjutkan pendidikan tingkat pertama di SMP Negeri 4 Metro pada tahun 2013 – 2016 dan dilanjutkan menempuh pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 3 Metro. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur SBMPTN. Penulis pernah menjadi anggota dari Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) sebagai anggota Departemen Kewirausahaan periode 2019/2020 dan anggota Departemen Penelitian dan Pengembangan periode 2020/2021. Penulis telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata di Metro Barat selama 40 hari saat periode I (satu) pada tahun 2022. Kemudian melaksanakan Kerja Praktik di Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Bersama Politeknik Negeri Lampung selama 3 bulan. Penulis mengambil tugas akhir dengan judul “Pengaruh Pemasangan Wiremesh terhadap Susut Beton pada Bagian Tengah Segmen Perkerasan Kaku 24 Jam Pertama”.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya...”

QS. Al-Baqarah: 286

“Ya Tuhanku, lapangkanlah dadaku, dan mudahkanlah untukku urusanku, dan lepaskanlah kekakuan dari lidahku, agar mereka mengerti perkataanku.”

QS. Taha: 25-28

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Rabbil 'Aalamiin segala puji kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah- Nya yang telah memberikan kemudahan, kesehatan dan pertolongan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini saya persembahkan dengan sepenuh hati kepada kedua orangtua tercinta dan tersayang. Terima kasih atas kasih sayang, dukungan, dan bimbingan selama ini yang tidak pernah putus. Saya mohon maaf yang sebesar-besarnya karena tidak bisa lulus tepat waktu.

Terima kasih kepada kakak saya yang selalu memberikan semangat dan dukungan tanpa henti.

Terima kasih kepada keponakan tersayang yang selalu menciptakan suasana yang bahagia dan menyenangkan.

Terima kasih kepada Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji yang sangat menginspirasi dan sangat membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Almamater Universitas Lampung

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah senantiasa memberikan rahmat dan anugerah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Pemasangan *Wiremesh* terhadap Susut Beton pada Bagian Tengah Segmen Perkerasan Kaku 24 Jam Pertama” 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. Bapak Sasana, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
4. Bapak Suyadi, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Lampung.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Chatarina Niken DWSBU, M.T., 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 Ir. Masdar Helmi, S.T., D.E.A., Ph.D.,_selaku Dosen Pembimbing Kedua atas kesediannya meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, ide-ide, dan saran serta kritik dalam proses penyusunan skripsi ini.
7. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T.,_selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan arahan kepada penulis dalam penyempurnaan skripsi ini.

8. Bapak Ir. Mariyanto, M.T., selaku Pembimbing Akademik yang memberikan bimbingan dan arahan selama perkuliahan.
9. Keluarga tercinta yaitu kedua orang tua dan kakak yang selalu mendoakan dan telah sabar dalam memberi dukungan, semangat dan motivasi dalam menyelesaikan laporan skripsi ini. Serta keponakan tersayang yang selalu menciptakan suasana menyenangkan.
10. Teman-teman terdekat yang selalu menjadi tempat berkeluh kesah dan selalu mendukung dalam menjalani proses perkuliahan.
11. Tim penelitian skripsi yang telah bekerjasama dalam menyelesaikan penelitian ini.
12. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil Angkatan 2019 (SOLID 19) yang telah berjuang bersama sampai saat ini.

Penulis menyadari masih memiliki banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak orang.

Bandar Lampung,

2024

Faza Silma Khalida

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Jenis-Jenis Perkerasan.....	5
2.2. Perkerasan Kaku	5
2.3. Beton.....	9
2.4. Perawatan Beton (<i>Curing</i>)	10
2.5. Susut.....	10
2.6. <i>Wiremesh</i>	12
2.7. Penelitian Terdahulu	12
III. METODE PENELITIAN.....	15
3.1. Lokasi Penelitian.....	15
3.2. Persiapan Alat dan Bahan	16
3.3. Pembuatan Benda Uji Susut.....	19
3.4. Perawatan Benda Uji Susut.....	25
3.5. Metode Pengambilan Data Uji Susut.....	25
3.6. Metode Pengolahan Data Uji Susut	25
3.7. Pembuatan Benda Uji Tekan	26
3.8. Tahap-Tahap Penelitian	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Analisis Pengujian <i>Wiremesh</i>	29
4.2. Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji Susut.....	33
4.3. Analisis Kembang Susut Beton	36
4.4. Analisis Uji Kuat Tekan.....	45
4.5. Perbandingan Kembang Susut Beton Hasil Penelitian dengan Penelitian Niken (2019)	47

V. PENUTUP.....	50
5.1. Kesimpulan	50
5.2. Saran	51
 DAFTAR PUSTAKA.....	 52

LAMPIRAN A DATA REGANGAN

LAMPIRAN B PENGELOLAHAN DATA REGANGAN

LAMPIRAN C HASIL UJI KUAT TARIK *WIREMESH*

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Lapisan struktur perkerasan kaku.....	9
2. Lokasi penelitian.....	15
3. Gerinda besi.....	16
4. <i>Readout</i> GK-404.....	17
5. <i>Hygrometer thermometer clock</i>	17
6. <i>Wiremesh</i>	18
7. Tulangan penyangga.....	18
8. Kawat bendrat.....	19
9. <i>Embedment Vibrating Wire Strain Gauge</i> (EVWSG).....	19
10. <i>Lean concrete</i>	20
11. Dowel.....	21
12. Tampak atas penempatan SG _{wt} , SG _{wa} , dan <i>wiremesh</i>	22
13. Detail A.....	22
14. Tampak atas penempatan SG _{tw}	23
15. Detail B.....	23
16. Diagram alir penelitian.....	28
17. <i>Wiremesh</i>	33
18. Penuangan beton segar (<i>pouring</i>).....	34
19. Penghamparan dan pemadatan beton.....	35
20. Perataan permukaan beton.....	35
21. Penggalian beton.....	35
22. Peletakkan <i>strain gauge</i>	35
23. Peletakkan <i>geotextile</i>	35
24. <i>Curing</i> air.....	35
25. Kembang susut beton 24 jam pertama.....	36
26. Suhu udara dan suhu beton 24 jam pertama.....	37
27. Ilustrasi laju evolusi panas terhadap tahapan hidrasi <i>alite</i> diikuti dengan konsentrasi Ca ²⁺	39
28. Ilustrasi pembentukan produksi hidrasi dan porositas terhadap waktu.....	40
29. Hubungan antara suhu udara, suhu beton, kelembapan relatif, dan kembang susut beton pada SG _{wt}	42
30. Hubungan antara suhu udara, suhu beton, kelembapan relatif, dan kembang susut beton pada SG _{wa}	43
31. Hubungan antara suhu udara, suhu beton, kelembapan relatif, dan kembang susut beton pada SG _{tw}	44

32. Penuangan beton segar ke dalam cetakan.	46
33. Penyemprotan <i>curing compound</i>	46
34. Uji kuat tekan.	47
35. Perbandingan kembang susut beton hasil penelitian dengan penelitian Niken (2019).	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil uji kuat tarik <i>wiremesh</i>	29
2. <i>Dixon criteria</i>	30
3. <i>Dixon criteria</i> (lanjutan)	31
4. Hasil uji kuat tekan.....	45

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pembangunan infrastruktur masih menjadi salah satu prioritas pemerintah dalam beberapa tahun terakhir. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2023) akan membangun infrastruktur pada empat bidang yaitu sumber daya air, permukiman, perumahan, serta konektivitas (jalan dan jembatan). Pada bidang sumber daya air, diantaranya melanjutkan pembangunan bendungan, pembangunan irigasi, rehabilitasi dan peningkatan irigasi, serta pembangunan pengendali banjir dan pengaman pantai. Adapun pada bidang perumahan, Kementerian PUPR melanjutkan pembangunan 5.379 unit rumah susun, 3.362 unit rumah khusus, 27.825 unit prasarana sarana utilitas, dan 145.000 unit rumah swadaya melalui skema Bantuan Stimulan Perumahan Swadaya (BSPS). Pada bidang permukiman, Kementerian PUPR akan melakukan pembangunan dan peningkatan SPAM, sistem pengelolaan air limbah, sistem pengelolaan persampahan, penanganan kawasan kumuh, serta penyelenggaraan bangunan gedung. Sementara pada bidang jalan dan jembatan, ditargetkan pembangunan *flyover/underpass*/terowongan sepanjang 2,165 km, pembangunan jembatan sepanjang 8,255 km, pembangunan jalan baru sepanjang 444 km, dan pembangunan jalan tol sepanjang 6,5 km.

Pada perencanaan infrastruktur jalan diperlukan perkerasan jalan sebagai pendukung kinerja jalan tersebut dalam menahan beban lalu lintas. Perkerasan jalan adalah lapisan konstruksi yang dipasang di atas badan jalan untuk menerima dan menahan beban langsung dari lalu lintas (Odang, 2005). Jenis konstruksi perkerasan jalan dibedakan berdasarkan bahan pengikatnya, antara lain konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), konstruksi perkerasan

kaku (*rigid pavement*), dan konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*) (Sukirman, 2010). Pada konstruksi perkerasan kaku bahan pengikat yang digunakan adalah semen dan campuran material lainnya seperti agregat dan air. Campuran semen, agregat, dan air biasa disebut dengan beton.

Beton akan mengalami fenomena deformasi. Deformasi tersebut dapat berupa pengembangan dan penyusutan. Penyusutan ini terjadi melalui tahapan yang berbeda dari waktu ke waktu, tergantung pada sifat penyusutan beton yang dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain kelembapan, w/c (*water/cement*), jenis agregat kasar, bentuk dan kekerasan agregat, penggunaan bahan semen tambahan, dan kondisi pengawetan (Elzokra dkk., 2020).

Deformasi terbesar terjadi pada sudut segmen dan deformasi terkecil terjadi pada sisi memanjang segmen perkerasan kaku dengan $f'c$ 60 MPa dengan ketebalan 150 mm. Deformasi terbesar kedua dan ketiga masing-masing terjadi pada sisi memanjang dan sisi tengah segmen (Niken dkk., 2018).

Deformasi melebihi kemampuan beton akan menyebabkan retak pada struktur. Penanganan perkerasan kaku yang sudah retak sangat sulit dan sering kali dilakukan dengan membongkar perkerasan kaku. Hal ini tentu saja membutuhkan waktu dan biaya yang tidak sedikit. Soltani dkk. (2004) mengatakan penggunaan *wiremesh* pada pelat, akan memperkecil jarak dan lebar retak dibandingkan dengan penggunaan tulangan konvensional. Shah dkk. (1994) mengatakan salah satu metode untuk mengurangi efek buruk dari retak susut adalah dengan memperkuat beton dengan serat pendek yang terdistribusi secara acak. Susut beton yang ditahan oleh tulangan berkurang dengan bertambahnya rasio tulangan dan pembatasan tegangan kapiler (Huang dkk., 2019).

Penyusutan dapat dibagi menjadi banyak jenis berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas volume beton. Namun, secara keseluruhan susut beton terjadi dalam dua fase yaitu penyusutan dini dan penyusutan jangka

panjang. Penyusutan dini terjadi ketika beton mulai dituang hingga 24 jam pertama. Sementara penyusutan jangka panjang terjadi setelah 24 jam umur beton. Penyusutan dini secara signifikan berkontribusi pada penyusutan akhir. Curing yang tidak sempurna akan meningkatkan risiko retak (Holt, 2001). Holt dan Leivo (2004) mengatakan penyusutan dini dapat menyebabkan retakan yang terbentuk dengan cara yang sama seperti pada penyusutan jangka panjang.

Pencegahan retak diawali dengan pemahaman akan perilaku perkerasan kaku pada 24 jam pertama. Pengaruh *wiremesh* pada perilaku perkerasan kaku usia dini sangat diperlukan. Pada penelitian ini *wiremesh* akan dipasang di tengah segmen dan akan diletakkan pada setengah ketebalan perkerasan kaku.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat ditentukan rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan *wiremesh* terhadap susut beton di sekitar *wiremesh*?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan *wiremesh* terhadap susut beton di dekat permukaan atas perkerasan kaku?
3. Bagaimana hubungan antara kelembapan relatif, suhu udara, suhu beton, dan susut yang terjadi pada perkerasan kaku?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh penggunaan *wiremesh* terhadap susut beton 24 jam pertama di sekitar *wiremesh*.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan *wiremesh* terhadap susut beton 24 jam pertama di dekat permukaan atas perkerasan kaku.
3. Menganalisis hubungan antara kelembapan relatif, suhu udara, dan susut beton 24 jam pertama pada perkerasan kaku.

1.4. Batasan Masalah

Adapun dalam penelitian ini mempunyai batasan-batasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada proyek peningkatan struktur dan rehabilitasi jalan ruas Sp. Korpri – Purwotani STA 0+540 dan STA 0+550.
2. Peneliti dalam tahapan penelitian melakukan peninjauan lokasi, persiapan dan pengujian material, peletakkan *wiremesh*, peletakkan *strain gauge*, pembacaan data, dan pengujian benda uji tekan. Tahapan penelitian lainnya dilakukan oleh pekerja proyek.
3. *Wiremesh* yang digunakan berdiameter 10mm dengan dimensi 1.500 x 1.670 mm
4. *Wiremesh* diletakkan pada sisi tengah pelat di setengah ketebalan perkerasan kaku.
5. Benda uji diamati selama umur 0 – 24 jam.
6. Beton yang digunakan adalah beton *ready mix* dengan semen OPC (*Ordinary Portland Cement*).

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai pengaruh penggunaan *wiremesh* terhadap susut beton 24 jam pertama pada perkerasan kaku.
2. Menambah pengetahuan untuk penelitian selanjutnya mengenai pengaruh penggunaan *wiremesh* pada terhadap susut beton 24 jam pertama perkerasan kaku.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jenis-Jenis Perkerasan

Menurut Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dibedakan menjadi 3 diantaranya:

- a. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang bahan pengikatnya menggunakan aspal. Beban lalu lintas akan dipikul lapisan-lapisan perkerasannya dan diteruskan ke tanah dasar.
- b. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang bahan pengikatnya menggunakan semen. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
- c. Konstruksi perkerasan komposit (*composit pavement*), yaitu kombinasi antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

2.2. Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku memiliki kekakuan yang lebih tinggi daripada perkerasan lentur. Perkerasan ini biasanya digunakan pada jalan dengan kondisi lalu lintas padat dan distribusi beban yang besar, seperti jalan lintas antar provinsi, jalan tol, jembatan layang, dan persimpangan bersinyal.

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan (2017) penggunaan perkerasan kaku memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut:

- Struktur perkerasan lebih tipis kecuali pada area tanah lunak.

- Pelaksanaan konstruksi dan kontrol kualitas lebih mudah.
- Biaya pemeliharaan akan lebih rendah jika kualitas pelaksanaannya baik.
- Proses pembuatan campuran perkerasan kaku lebih sederhana

Adapun kelemahan perkerasan kaku diantaranya:

- Biaya konstruksi menjadi lebih mahal jika diterapkan pada jalan dengan lalu lintas rendah.
- Apabila pelaksanaan konstruksinya kurang baik atau kurangnya persiapan tanah lunak atau daya dukung yang tidak memadai, perkerasan kaku akan rentan terhadap keretakan.
- Berkendara di jalan perkerasan kaku umumnya kurang nyaman.

2.2.1. Jenis – Jenis Perkerasan Kaku

Berdasarkan Pd-T-14-2003, terdapat 4 jenis perkerasan kaku diantaranya yaitu:

- a. Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan (*Joint Plain/Unreinforced Concrete Pavement*)
- b. Perkerasan kaku bersambung dengan tulangan (*Joint Reinforced Concrete Pavement*)
- c. Perkerasan kaku menerus dengan tulangan (*Continuously Reinforced Concrete Pavement*)
- d. Perkerasan kaku pra tegang (*Prestressed Concrete Pavement*)

2.2.2. Susunan Lapisan Perkerasan Kaku

Berdasarkan American Association of State Highway and Transportation Officials, (2008) susunan lapisan perkerasan kaku terdiri dari:

- **Batuan Dasar (*Bedrock*)**
Batuan dasar dapat berupa batuan dasar yang sangat retak dan lapuk atau batuan dasar yang masif dan kontinu.
- **Tanah Dasar Alami (*Natural Subgrade*)**
Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR insitu sesuai dengan SNI 031731-1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2 %, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*lean-mix concrete*) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5 %.
- **Tanah Dasar yang Dipadatkan (*Compacted Subgrade*)**
Lapisan tanah ini merupakan tanah asli, tanah galian, atau timbunan yang dipadatkan. Hal ini berfungsi sebagai dasar di mana bagian lapisan-lapisan keras di atasnya.
- **Pondasi Bawah (*Subbase Course*)**
Banyak jenis karakteristik lapisan yang dapat dipertimbangkan untuk lapisan ini seperti aspal yang distabilisasi, RAP (*recycle asphalt pavement*) yang dipadatkan, semen yang distabilisasi, kapur yang distabilisasi, kapur terbang abu terbang semen abu terbang, semen tanah, dan bahan granular yang tidak terikat. Meskipun banyak jenis karakteristik lapisan yang dapat dipertimbangkan, namun perancang harus memasukkan parameter struktural, termal, dan hidraulik yang sesuai untuk lapisan-lapisan tersebut.

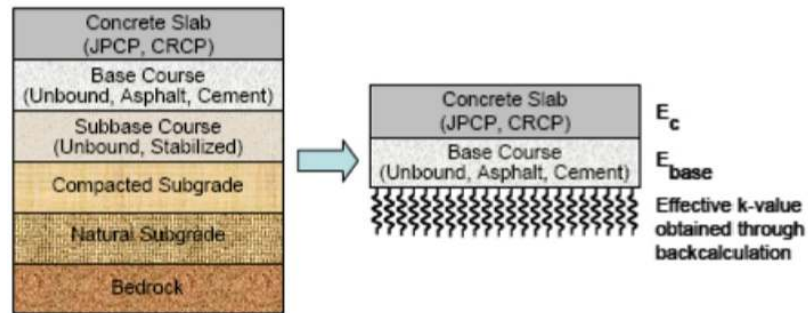
- Pondasi Atas (*Base Course*)

Terdapat 2 jenis lapis pondasi bawah, yaitu lapis pondasi bergradasi padat dan lapis pondasi permeabel (lapisan drainase). Lapis pondasi bergradasi padat dapat menggunakan lapis pondasi bergradasi aspal, lapis pondasi bergradasi semen, dan lapis pondasi butiran tidak terikat. Sedangkan lapis pondasi bawah permeabel (lapisan drainase) dapat menggunakan lapis pondasi bawah yang distabilisasi dengan aspal, distabilisasi dengan semen, dan lapis pondasi bawah yang tidak terikat (*unbounded granular*).

Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm di luar tepi perkerasan beton semen. Untuk tanah ekspansif perlu pertimbangan khusus perihal jenis dan penentuan lebar lapisan pondasi dengan memperhitungkan tegangan pengembangan yang mungkin timbul. Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu sesuai dengan SNI No. 03-6388-2000 dan AASHTO M-155 serta SNI 03-1743-1989. Bila direncanakan perkerasan beton semen bersambung tanpa ruji, pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus (CBK).

- Pelat Beton (*Concrete Slab*)

Pelat beton biasanya ditempatkan di atas satu atau beberapa sublapisan tetapi dapat ditempatkan langsung di atas tanah dasar yang telah dipersiapkan untuk jalan bervolume rendah. Perlu dicatat bahwa lapis pondasi bawah didefinisikan sebagai lapisan yang berada tepat di bawah pelat beton dan lapisan *subbase* berada di bawah lapis pondasi bawah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lapisan struktur perkerasan kaku.
(Sumber: Jung dkk., 2009)

2.3. Beton

Beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan. Agregat yang terdiri dari pasir (agregat halus) dan split (agregat kasar) adalah butiran mineral alami yang digunakan untuk mengisi campuran beton. Pembuatan beton dimulai dengan mencampurkan semen dan air hingga terbentuk pasta semen. Kemudian, pasta tersebut ditambahkan ke agregat halus hingga menjadi mortar. Setelah itu, mortar dicampurkan dengan agregat kasar untuk menjadi beton. Beton akan mengeras seiring dengan waktu dan pada umur 28 hari, beton akan mencapai kekuatan yang direncanakan. Mutu beton atau kekuatan rencana beton dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu karakteristik semen dan jumlahnya, w/c (*water/cement*), kualitas agregat dan interaksinya dengan pasta semen, tambahan bahan kimia yang digunakan, tambahan material yang digunakan, pemilihan prosedur dan waktu, pencampuran bahan susun beton serta *quality control*. Berdasarkan Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (2003) kekuatan beton pada konstruksi perkerasan kaku dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural strength*) umur 28 hari. Nilai kuat tarik lentur didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3–5 MPa (30-50 kg/cm²).

2.4. Perawatan Beton (*Curing*)

Permukaan perkerasan kaku yang telah selesai *grooving* harus diberi perawatan untuk mencegah beton kehilangan air dengan cepat sehingga tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton. Berdasarkan Buku Saku Petunjuk Umum Konstruksi (2024), terdapat 5 metode *curing* yang mudah dilakukan di lapangan diantaranya:

1. Membasahi permukaan beton secara berkala dengan air agar tetap lembab selama perawatan, misalnya dengan menggunakan sistem *sprinkler*.
2. Merendam beton dengan penggenangan permukaan beton.
3. Membungkus beton dengan bahan yang dapat mencegah penguapan air seperti plastik.
4. Menutup permukaan beton dengan bahan yang dapat mencegah penguapan air dan dibasahi dengan air secara berkala selama perawatan. Misalnya menggunakan plastik berpori atau *nonwoven geotextile*.
5. Menggunakan bahan kimia khusus untuk perawatan beton (*curing compound*).

2.5. Susut

Penyusutan beton dapat mengakibatkan retak awal pada beton. Secara umum, pelat memiliki luas permukaan yang jauh lebih tinggi dibandingkan jenis elemen struktur lainnya, seperti balok dan kolom. Akibatnya, pelat mengalami retak yang lebih kritis. Penyusutan beton dapat dikurangi dengan beberapa cara, akan tetapi penyusutan dalam jumlah tertentu tidak dapat dihindari. Ada berbagai macam penyusutan yang diklasifikasikan sebagai berikut:

- Susut Autogenus

Penyusutan autogenous adalah pengurangan kelembapan internal karena hidrasi semen tanpa pengaruh dari luar, hanya dari dalam beton itu sendiri. Hal ini merupakan masalah yang paling sering terjadi pada beton

berkekuatan tinggi. Beberapa jam pertama setelah pengecoran beton, saat beton mulai mengeras, biasanya merupakan saat pertama kali terjadi retak susut autogenous. Periode krusial dimana tegangan tarik tertinggi terjadi adalah setelah 24 hingga 48 jam dari waktu *setting* dan dengan demikian, diperlukan pencegahan retak susut autogenous yang tepat (Cusson & Hooegeveen, 2008).

- Susut Plastis

Susut ini terjadi beberapa jam setelah beton segar dicor ke dalam acuan atau saat beton masih dalam fase plastis. Pada fase plastis, ikatan penyusunnya masih lemah.

- Susut Kering

Susut kering terjadi setelah beton mencapai bentuk idealnya dan proses hidrasi semen selesai. Susut kering adalah kasus dimana penguapan menyebabkan hilangnya air dari elemen beton. Karakteristik beton dan kondisi lingkungan mempengaruhi susut pengeringan beton. Karakteristik beton seperti rasio w/c, jenis semen, dosis semen, karakteristik dan dosis agregat, campuran, dan sebagainya. Kondisi lingkungan meliputi suhu udara, dan kelembapan relatif dapat menarik uap air (Jianxia, 2012).

- Susut Karbonasi

Reaksi karbondioksida (CO_2) di udara dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dalam pasta semen menyebabkan susut karbonasi. Mirip dengan susut kering, tingkat penyusutan karbonasi tergantung pada kelembapan relatif, suhu lingkungan, kondisi pengawetan, ukuran komponen, tetapi juga pada konsentrasi CO_2 dan tekanan parsial. Karbonisasi mencapai tingkat maksimum pada kelembapan relatif 50-70%, dan untuk campuran yang lebih berpori, karbonisasi cepat diamati pada kelembapan relatif yang lebih tinggi (Goleš dkk., 2018)

2.6. Wiremesh

Wiremesh merupakan besi fabrikasi yang terdiri dari dua lapis kawat baja yang bersilangan tegak lurus. Setiap titik persilangan dilas sehingga menjadi satu, menghasilkan penampang yang sama tanpa kehilangan kekuatan ataupun luasnya. Hal ini akan mempertahankan jarak besi *wiremesh* agar tetap sama dan konsisten. Selain itu, semua susunan selalu berada di tempatnya masing-masing. Diameter besi penyusun *wiremesh* dilambangkan dengan angka dibelakang huruf M seperti M4 hingga M12. Terdapat 2 jenis *wiremesh* yaitu *wiremesh* dengan tulangan polos dan *wiremesh* dengan tulangan ulir. Berdasarkan SNI 07-0663-1995, satu lembar *wiremesh* memiliki panjang 5,4 m dan lebar 2,1 m sedangkan satu gulung *wiremesh* memiliki panjang 54 m dan lebar 2,1 m.

2.7. Penelitian Terdahulu

Zhang dkk. (2022) meneliti tentang pengaruh rasio tulangan longitudinal dan kuat tekan beton terhadap susut beton. Pada penelitian ini digunakan 36 spesimen dengan ukuran 150mm × 150mm × 450mm. Tulangan yang digunakan adalah hot-rolled ribbed HRB500 dengan diameter 12 mm, HRB600 dengan diameter 10 mm, dan sengkang diameter 6 mm dengan jarak 38 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyusutan beton bertulang menurun sekitar 30% seiring dengan peningkatan kekuatan beton dari 35 MPa menjadi 58,2 MPa. Selain itu, penyusutan beton bertulang menurun sekitar 40% dengan peningkatan rasio tulangan longitudinal dari 0 menjadi 2,01%.

Elzokra dkk. (2020) merangkum lebih dari 100 penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi sifat penyusutan pada berbagai jenis beton. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penyusutan beton dimulai sejak umur dini. Penyusutan melewati tahapan yang berbeda dari waktu ke waktu, tergantung pada sifat penyusutan beton yang dipengaruhi oleh banyak faktor. Selain itu, tulangan serat dianggap sebagai teknik yang berguna untuk

mengurangi dan membatasi pengembangan susut plastis karena dapat meningkatkan rangkai tarik dan menunda keretakan beton. Shah dkk. (1994) juga mengatakan bahwa serat pendek yang didistribusikan secara acak merupakan salah satu metode untuk mengurangi efek buruk dari retak susut. Metode lain yang memungkinkan adalah penggunaan *wiremesh*.

Huang dkk. (2019) meneliti tentang penyusutan pada awal umur beton yang dikekang oleh tulangan berdasarkan teori tegangan kapiler dan struktur mikro pori beton. Penelitian ini menggunakan spesimen beton dengan kuat tekan 30 MPa (C30) dan 60 MPa (C60) dengan empat rasio tulangan ($\rho = 0\%$, 1.14%, 3.24%, dan 6.56%). Pengujian struktur pori, penyusutan, dan sifat fisik beton dilakukan pada umur 3, 7, dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran struktur pori pada beton meningkat dengan bertambahnya rasio tulangan dan regangan susut tertinggi terjadi pada benda uji dengan rasio tulangan 0% pada semua umur uji. Hal ini menunjukkan bahwa susut beton yang ditahan oleh tulangan menurun dengan bertambahnya rasio tulangan.

Niken dkk. (2018) meneliti tentang deformasi pelat beton pada cuaca tropis. Penelitian ini menggunakan spesimen berupa pelat berukuran 3000 mm × 1600 mm × 150 mm. Pada pelat tersebut terdapat 4 *embedded vibrating wire strain gauges* (EVWSG) yang masing-masing diletakkan pada tengah, sudut, sisi pendek, dan sisi panjang segmen. EVSWG tersebut akan mengukur susut sebagai perubahan regangan terhadap waktu. Beton yang digunakan adalah high performance concrete (HPC) dengan kuat tekan rencana 60 MPa dan diameter *slump flow* 35±2cm. Pengecoran dilakukan saat suhu lingkungan 24,5°C dengan kelembapan relatif 94%. Setelah pengecoran, spesimen ditutup dengan menggunakan plastik. *Curing* dengan cara menutup spesimen dengan karung basah dilakukan pada umur beton 1 -7 hari. Pengamatan dilakukan segera setelah pengecoran selesai menggunakan *readout* dengan waktu sebagai berikut: 0 - 24 jam, setiap 15 menit; 24 - 48 jam, setiap 60 menit; hari ke 3 - 10, setiap 2 jam; hari ke 10 - 14, satu kali sehari. Pada saat spesimen mencapai usia 14 hari dua balok berdimensi 3000 mm × 600 mm ×

200 mm diletakkan di atas pelat sebagai beban. Pengamatan dilakukan dengan waktu sebagai berikut: 14 - 16, setiap 15 menit; hari ke 16 - 17, setiap 60 menit dan hari ke 17 - 21, setiap 2 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa deformasi terbesar terjadi pada sudut segmen dan deformasi terkecil terjadi pada sisi pendek segmen. Sedangkan fluktuasi deformasi pada sisi pendek dan sisi panjang segmen lebih besar dibandingkan pada sudut dan tengah segmen.

Mukhopadhyay dkk. (2006) meneliti tentang kelembapan, suhu, dan susut pada perkerasan beton. Pada penelitian ini beton akan dicetak pada cetakan silinder dengan diameter dan tinggi 30,5 cm. cetakan terbuat dari PVC. *Vibrating wiremesh* akan diletakkan di dalam cetakan di kedalaman 2,5 cm, 7,6 cm, dan 17,8 cm dari permukaan atas. Kemudian diletakkan selongsong kuningan di kedalaman yang sama. Rasio air-semen 0,32 digunakan pada penelitian ini. Pematatan beton dilakukan sesuai dengan ASTM C 192. Setelah beton dituang ke cetakan, spesimen dipindah ke ruangan dengan suhu 60°C dan kelembapan relatif 15%. Penelitian dilakukan selama 20 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelembapan relatif dekat permukaan atas spesimen menurun secara substansial selama 21 hari karena tingginya evaporasi yang disebabkan rendahnya *curing* kelembapan relatif di dalam ruangan. Pada kedalaman 17,8 cm terjadi regangan susut yang lebih kecil dan kelembapan relatif yang lebih besar daripada di kedalaman lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa di kedalaman yang lebih rendah hampir tidak pernah terjadi pengeringan dan susut yang terjadi lebih kecil.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di proyek peningkatan struktur dan rehabilitasi jalan ruas Simpang Korpri-Purwotani, Lampung Selatan STA 0+540 dan STA 0+550. Tepatnya berada di ruas jalan seberang Embung B Institut Teknologi Sumatera. Jalan ini memiliki 4 lajur 2 arah dan merupakan akses masuk pintu tol Kota Baru. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2. berikut.



Gambar 2. Lokasi penelitian.

3.2. Persiapan Alat dan Bahan

Pada penelitian ini diperlukan persiapan bahan dan alat yang dibutuhkan sebagai berikut:

3.2.1. Alat

- Gerinda Besi

Gerinda besi yang dapat dilihat pada Gambar 3 digunakan untuk memotong *wiremesh* sesuai dengan dimensi yang dibutuhkan. Selain itu gerinda ini digunakan untuk memisahkan besi *wiremesh* yang dilas yang selanjutnya besi tersebut akan diuji tarik.



Gambar 3. Gerinda besi.

- *Readout* GK – 404

Readout GK – 404 yang ditunjukkan pada Gambar 4. digunakan untuk membaca regangan dan suhu beton yang terjadi. Pertama, kabel disambungkan sesuai dengan warnanya. Tombol *on/off* digunakan untuk menghidupkan dan mematikan alat ini. Kemudian tombol Pos ditekan untuk mengubah position menjadi D. Tombol Mode digunakan untuk mengatur mode pembacaan. Pada penelitian ini digunakan Mode 1 untuk pembacaan dalam *microstrain* ($\mu\epsilon$). Suhu beton yang terbaca pada *readout* tersaji dalam derajat Celsius.



Gambar 4. Readout GK-404.

- *Hygrometer Thermometer Clock*

Alat ini digunakan untuk mengetahui kelembapan relatif dan suhu udara sekitar. *Hygrometer thermometer clock* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Hygrometer thermometer clock*.

3.2.2. Bahan

- *Wiremesh*

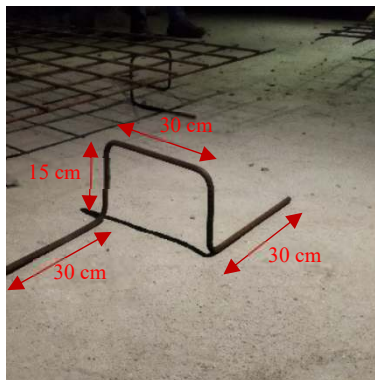
Wiremesh yang digunakan pada penelitian ini adalah *wiremesh* dengan dimensi $\frac{1}{3}$ bentang panjang segmen dan $\frac{1}{3}$ bentang lebar segmen perkerasan jalan kaku. Sedangkan ukuran segmen perkerasan kaku yang digunakan mempunyai panjang 5.000 mm dan lebar 4.500 mm. *Wiremesh* ditunjukkan pada Gambar 6. berikut.



Gambar 6. *Wiremesh*.

- Tulangan Penyangga

Tulangan penyangga terbuat dari baja tulangan berdiameter 10 mm. Panjang dari tulangan penyangga sendiri sebelum dibengkokan adalah 105 cm. Tulangan penyangga dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tulangan penyangga.

- Kawat bendrat

Kawat bendrat dapat dilihat pada Gambar 8. Kawat berdiameter 1 mm ini digunakan untuk mengikat tulangan penyangga dan *wiremesh* agar tulangan penyangga tetap pada posisinya saat pengecoran.



Gambar 8. Kawat bendrat.

- *Embedment Vibrating Wire Strain Gauge (EVWSG)*

EVWSG atau lebih singkatnya disebut *strain gauge* yang ditunjukkan pada Gambar 9. memiliki panjang 153 mm yang dirancang untuk mengukur regangan jangka panjang di dalam beton. EVWSG memiliki kemampuan untuk mendeteksi regangan hingga 3000 $\mu\epsilon$ dengan akurasi sebesar 0,025% dan suhu beton antara -20° C dan 80°C dengan akurasi sekitar 0,5%.



Gambar 9. *Embedment Vibrating Wire Strain Gauge (EVWSG)*.

3.3. Pembuatan Benda Uji Susut

3.3.1. *Lean Concrete*

Lean concrete yang dilihat pada Gambar 10. merupakan lapisan pondasi atas perkerasan kaku. Pada penelitian ini digunakan *lean concrete* dengan mutu $f'c$ 10 MPa dan tebal 100 mm. Setelah *lean*

concrete berumur 7 hari pengecoran pelat beton dapat dilakukan. Pada Gambar 10. terlihat bahwa terdapat retak pada *lean concrete*. Hal ini dapat terjadi karena pengecoran dilakukan saat siang hari dan tidak diberi penutup.



Gambar 10. *Lean concrete*.

3.3.2. Dowel atau Ruji

Pada penelitian ini digunakan ruji berdiameter 32 mm dengan panjang 500 mm dan jarak antar ruji 300 mm. Ruji atau dowel yang dapat dilihat pada Gambar 11. ditempatkan di atas dudukan berupa besi yang telah dirakit dan diikat dengan bendrat sehingga dowel tepat di tengah ketebalan pelat. Bagian batang ruji yang bisa bergerak bebas, dilapisi dengan bahan pencegah karat. Sesudah bahan pencegah korosi kering,

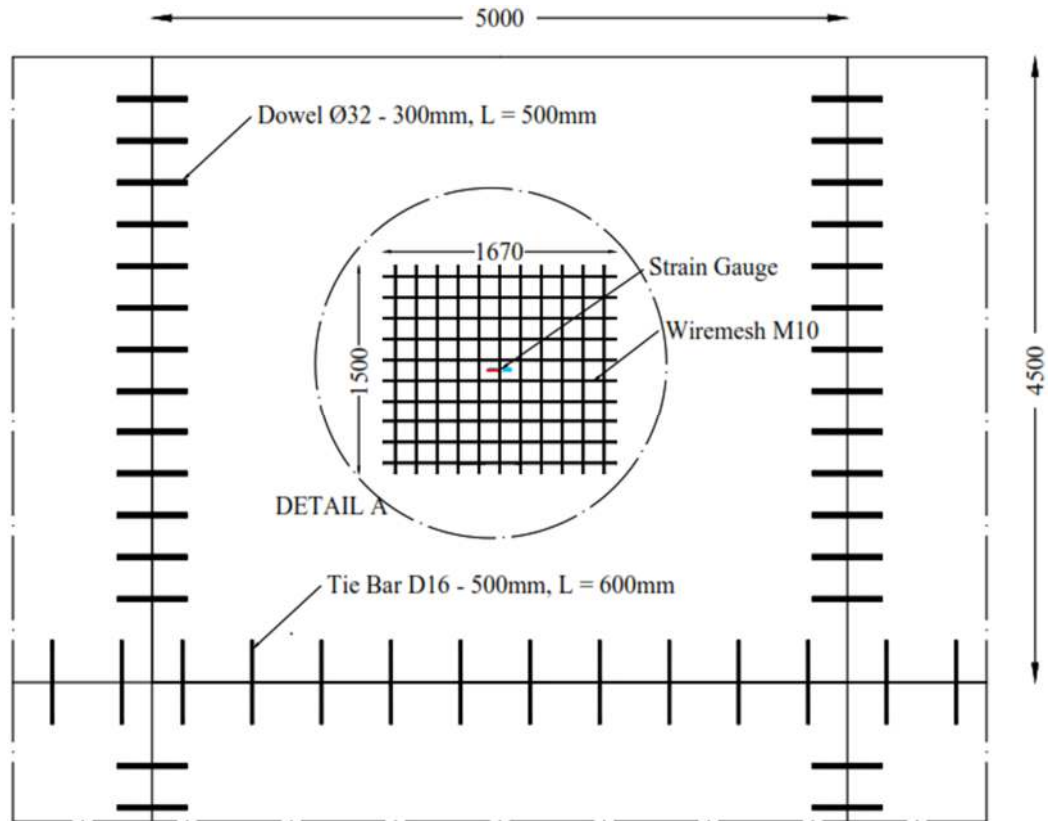
maka bagian ini harus dilapisi dengan plastik sebelum ruji dipasang dan ujungnya harus dilengkapi dengan topi penutup ruji.



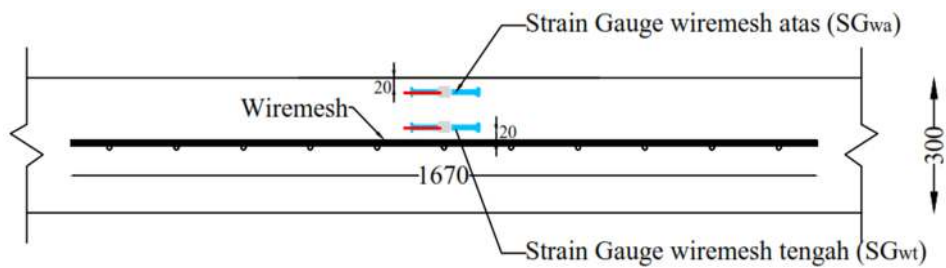
Gambar 11. Dowel.

3.3.3. *Wiremesh dan Strain Gauge*

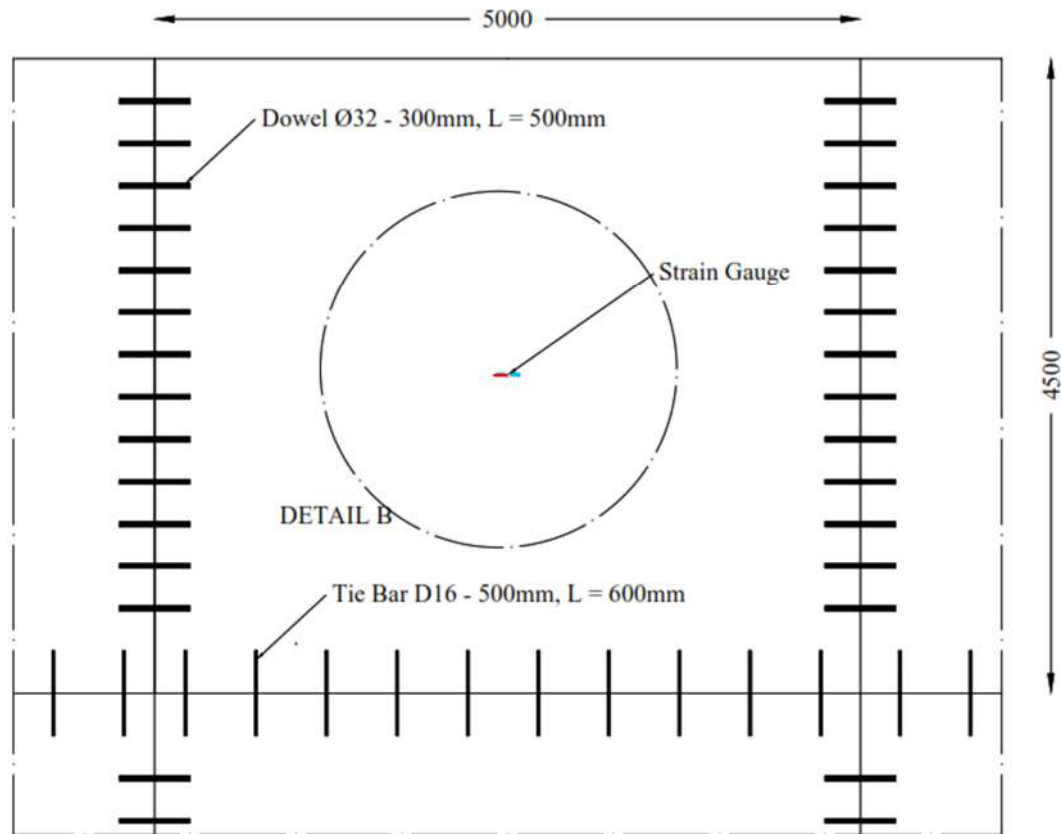
Pada penelitian ini *wiremesh* 1.500 x 1.670 mm akan ditempatkan di tengah ketebalan pelat yaitu 150 mm pada tengah segmen. Tulangan penyangga yang telah dibuat akan digunakan sebagai dudukan (*chair*) agar *wiremesh* berada pada posisi yang direncanakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12. Dua buah *strain gauge* akan diletakkan di atas *wiremesh* dengan jarak 20mm dan 20mm dari atas permukaan perkerasan beton yang dapat dilihat pada Gambar 13. Selain segmen dengan menggunakan *wiremesh*, juga akan digunakan segmen lainnya tanpa *wiremesh* dengan satu buah *strain gauge* di tengah segmen yang pada kedalaman 150 mm yang dapat dilihat pada Gambar 14 dan Gambar 15.



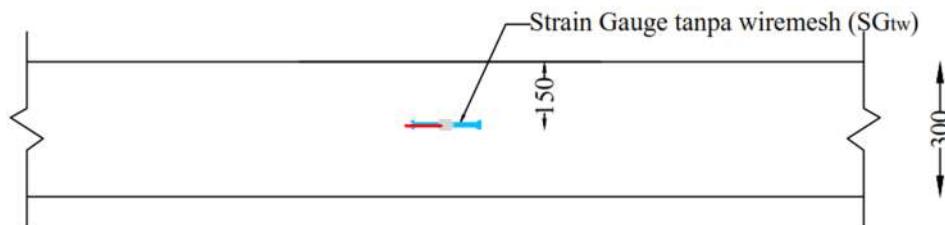
Gambar 12. Tampak atas penempatan SG_{wt}, SG_{wa}, dan wiremesh.



Gambar 13. Detail A.



Gambar 14. Tampak atas penempatan SG_{tw}.



Gambar 15. Detail B.

3.3.4. Pengendalian Mutu

Sebelum pengecoran, beton segar *ready mix* perlu dilakukan uji *slump* di lapangan dan uji kuat tekan di laboratorium. Pengujian *slump* merupakan suatu teknik untuk mengontrol keseragaman dan *workability* campuran beton segar dengan kekentalan tertentu. Pengujian ini menggunakan cetakan yang disebut kerucut *Abrams*. Cara uji *slump* dilakukan berdasarkan SNI 1972:2008 dengan

membasahi cetakan dan meletakkannya di atas permukaan yang rata, tidak menyerap air, dan keras. Cetakan harus dipegang selama proses pengecoran oleh operator yang berdiri di atas *platform*. Adukan beton dituang ke dalam cetakan menjadi tiga lapisan, setiap volume lapisan memenuhi sekitar $\frac{1}{3}$ volume cetakan. Adukan setiap lapisan dipadatkan minimum hingga 25 kali dengan tongkat pemadat. Jika pemadatan menyebabkan beton turun, maka perlu penambahan adukan beton hingga memenuhi cetakan. Setelah pemadatan selesai, cetakan dilepas dengan arah vertikal secara hati – hati. *Slump* diukur dengan menentukan perbedaan vertikal antara bagian atas cetakan dan bagian pusat permukaan atas beton.

3.3.5. Pengecoran

Sebelum dilakukan pengecoran, *lean concrete* harus dilapisi plastik dan diberi acuan. Pemasangan plastik berfungsi agar kandungan air pada pelat beton tidak turun ke bawah dan mencegah perambatan tegangan air pori, tegangan pertumbuhan produk hidrasi dan *disjoining pressure* (tekanan yang berdampingan).

Beton *ready mix* dibawa dengan *concrete mixer truck* dari *batching plant* ke lokasi pengecoran. Talang *ready mix* akan diposisikan sedemikian rupa untuk menuangkan adukan beton segar. Penghamparan beton dilakukan dengan peralatan manual yaitu cangkul sambil dipadatkan dengan *vibrator* oleh pekerja proyek dan diratakan dengan menggunakan *truss screed*. Peletakan *strain gauge* dilakukan dengan cara menggali beton hingga kedalaman yang direncanakan, lalu *strain gauge* diletakkan dan ditimbun kembali dengan beton secara hati-hati. Setelah itu, dilakukan proses pembentukan tekstur permukaan yang mencakup tekstur halus dan tekstur kasar (*grooving*). *Grooving* merupakan pekerjaan pembuatan garis alur pada permukaan perkerasan kaku agar daya cengkeram ban kendaraan berada pada tingkat yang maksimal.

3.4. Perawatan Benda Uji Susut

Perawatan benda uji (*curing*) akan dilakukan 2 kali dengan menggunakan *curing compound*. *Curing compound* pertama dilakukan 45 menit setelah selesai pengecoran dan *curing compound* kedua dilakukan 15 menit setelah *curing compound* pertama. Selain itu, *curing* dengan *geotextile* juga akan dilakukan. Selama perawatan, *geotextile* harus selalu lembap dan berada pada posisinya. Untuk menjaga kelembapannya maka penyiraman dilakukan 2 kali sehari. Pada saat beton berumur 8 jam akan dilakukan *cutting segment*.

3.5. Metode Pengambilan Data Uji Susut

Penelitian ini akan dilakukan selama 0 – 24 jam pertama, dimulai segera setelah pengecoran. Pengamatan dilakukan setiap 15 menit sekali untuk memperoleh data suhu lingkungan (°C), kelembapan relatif (%), suhu beton (°C), dan regangan beton ($\mu\epsilon$).

3.6. Metode Pengolahan Data Uji Susut

Pada penelitian ini data yang diperoleh yaitu regangan beton ($\mu\epsilon$), suhu beton (°C), suhu lingkungan (°C), dan kelembapan relatif (%). Data regangan beton diolah dengan menggunakan Persamaan 1 berikut:

$$\mu\epsilon_{true} = (R_i - R_{i-1})B + (T_i - T_{i-1})C_1 \dots\dots\dots(1)$$

(Sumber: Geokon *Vibrating Wire Strain Gauge*)

Keterangan:

- $\mu\epsilon_{true}$: regangan susut yang terjadi
- R_i : regangan pada data ke-i ($\mu\epsilon$)
- R_{i-1} : regangan pada data ($\mu\epsilon$)
- T_i : suhu pada data ke-i (°C)
- T_{i-1} : suhu pada data ke-i-1 (°C)
- B : koefisien kalibrasi *strain gauge* = 0,99

C_1 : koefisien ekspansi *strain gauge* = 12,2

Kemudian data yang telah diolah akan dibandingkan dengan penelitian Niken (2019).

3.7. Pembuatan Benda Uji Tekan

Pada penelitian ini akan digunakan benda uji tekan berbentuk kubus 150 mm × 150 mm × 150 mm sebanyak 3 buah. Ketiga benda uji tekan tersebut akan diberi perlakuan yang sama dengan benda uji susut. Setelah beton berumur satu hari cetakan dilepas kemudian dilakukan uji tekan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Universitas Lampung.

3.8. Tahap-Tahap Penelitian

Secara sistematis tahapan penelitian ini dibagi dalam 5 bagian diantaranya sebagai berikut:

1. Peninjauan Lokasi Penelitian

Pada tahap ini dilakukan pemilihan segmen yang akan digunakan untuk penelitian.

2. Persiapan dan Pengujian Material

Pada tahap yang kedua dilakukan uji material *wiremesh* M10 sebanyak 3 benda uji dengan panjang 1 m yang dipotong dengan menggunakan gerinda besi. Selain itu, dilakukan persiapan alat dan bahan penelitian lainnya tulangan penyangga, kawat bendrat, *strain gauge*, *hygrometer termometer clock*, dan *readout* GK 404.

3. Pembuatan Benda Uji

Pada tahap ini pembuatan benda uji dibagi menjadi 2 jenis yaitu:

a. Benda uji susut

Benda uji susut ini merupakan perkerasan kaku yang akan dipasang *strain gauge* dan *wiremesh*. *Wiremesh* diletakkan di sisi tengah pada

kedalaman 150 mm (setengah ketebalan perkerasan kaku). Benda uji akan diberi *curing compound* dilakukan sebanyak 2 kali. *Curing compound* pertama 45 menit setelah pengecoran dan *curing compound* kedua 15 menit setelah *curing compound pertama*. Selain *curing compound*, juga akan dilakukan *curing geotextile* dengan 2 kali penyiraman dalam sehari. Pengamatan susut akan dilakukan setiap 15 menit selama 24 jam.

b. Benda uji tekan

Benda uji tekan akan dicetak menggunakan cetakan kubus sebanyak 3 buah. Benda uji tekan akan diberikan perlakuan yang sama dengan benda uji susut. Uji tekan akan dilakukan saat beton berumur 1 hari.

4. Analisis dan Hasil

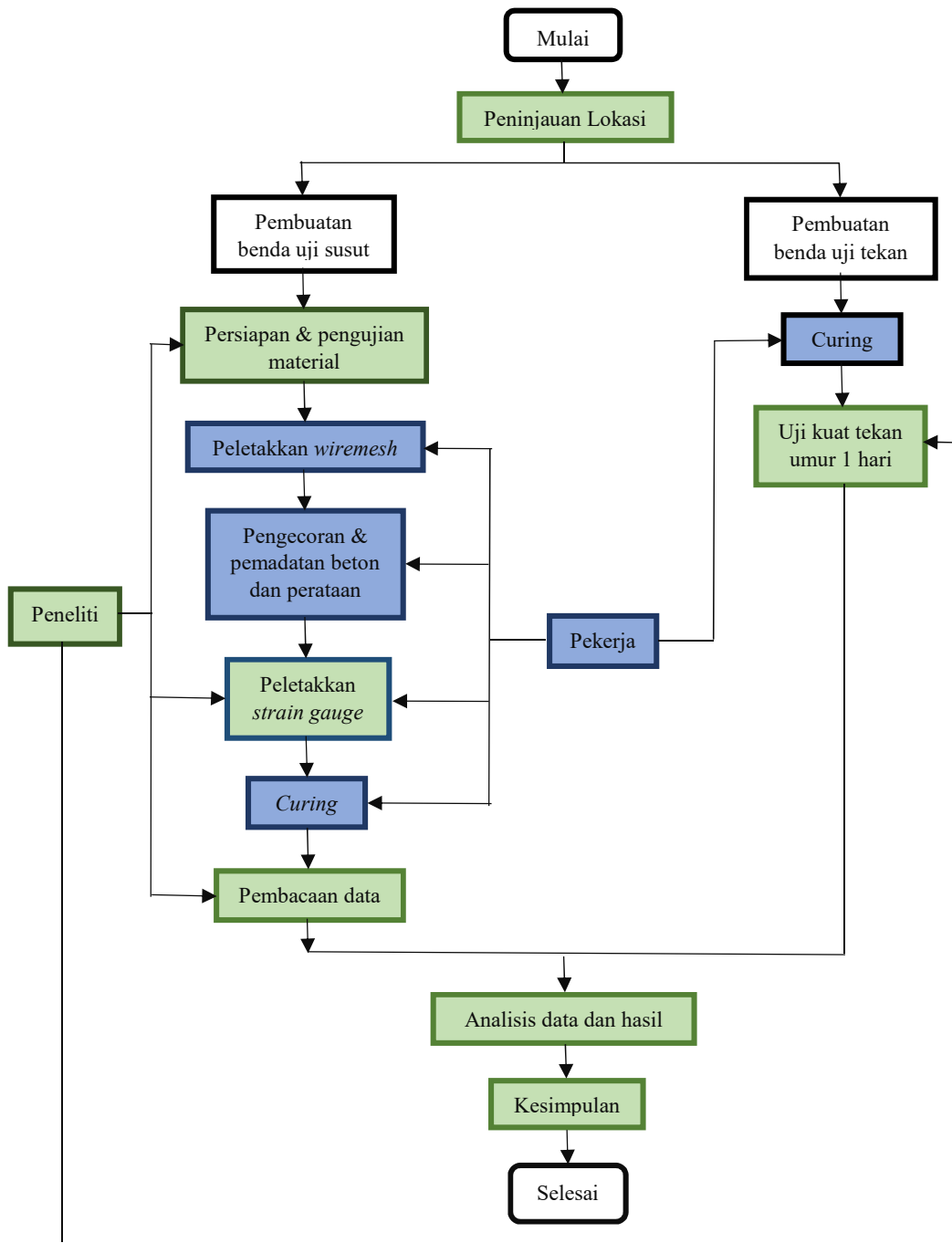
Pada tahap yang keempat dilakukan analisis dan pembahasan data hasil pengamatan. Data hasil pengamatan yang diperoleh diantaranya suhu beton ($^{\circ}\text{C}$), suhu lingkungan ($^{\circ}\text{C}$), kelembapan relatif (%), dan regangan beton ($\mu\epsilon$). Selanjutnya dilakukan perhitungan dan analisis data sebagai berikut:

- Data regangan ($\mu\epsilon$) diolah dengan menggunakan Persamaan 1 dan dibuat grafik regangan terhadap waktu (jam).
- Analisis grafik regangan beton ($\mu\epsilon$) terhadap waktu dari ketiga benda uji susut.
- Analisis hubungan suhu lingkungan ($^{\circ}\text{C}$) dan suhu beton ($^{\circ}\text{C}$).
- Analisis hubungan antara regangan beton ($\mu\epsilon$), suhu lingkungan ($^{\circ}\text{C}$), suhu beton ($^{\circ}\text{C}$), dan kelembapan relatif (%).
- Analisis regangan beton ($\mu\epsilon$) hasil penelitian penulis dengan penelitian Niken (2019).

5. Kesimpulan

Pada tahap yang terakhir dilakukan penyimpulan terhadap hasil dari analisis data penelitian yang telah dilakukan.

Tahap-tahap tersebut disajikan dalam bentuk diagram yang dapat dilihat pada Gambar 16. berikut.



Gambar 16. Diagram alir penelitian.

Keterangan:



: Pekerja



: Peneliti



: Pekerja dan peneliti

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai pengaruh pemasangan *wiremesh* terhadap susut beton pada bagian tengah segmen perkerasan kaku 24 jam pertama dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada umur awal beton, segmen dengan *wiremesh* memiliki fluktuasi yang lebih banyak dibandingkan segmen tanpa *wiremesh* akibat dari tegangan pengekangan yang ditimbulkan oleh *wiremesh*. Pada 0 – 6 jam umur beton, regangan tertinggi terjadi pada kedalaman 20 mm sebesar 144,12 μ . Selanjutnya, secara keseluruhan pada umur 6 - 24 jam, regangan ketiga benda uji konstan.
2. Regangan atau kembang susut yang terjadi pada kedalaman 150mm dengan pengaruh *wiremesh* memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dengan kembang susut tanpa pengaruh *wiremesh*.
3. Pada penelitian ini *wiremesh* tidak memiliki pengaruh terhadap susut yang terjadi.
4. Pada kedalaman 20 mm, susut yang terjadi nilainya lebih kecil dibandingkan dengan kedalaman lainnya, kecuali pada umur beton 13 – 17 jam. Selain itu, suhu beton pada kedalaman ini dipengaruhi oleh suhu udara sekitar.
5. Suhu udara dan kelembapan relatif tidak berpengaruh terhadap kembang susut beton.
6. Pola grafik kembang susut beton memiliki kesamaan dengan pola grafik suhu beton.
7. Perbedaan *curing* dan tebal pelat beton dapat mempengaruhi kembang susut beton.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk mengembangkan penelitian selanjutnya, diantaranya sebagai berikut:

1. Pembuatan benda uji tekan sebaiknya dilakukan pada hari yang sama saat pegecoran benda uji susut.
2. Pemasangan *strain gauge* disarankan menggunakan alat bantu seperti kayu agar posisi pemasangannya tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2008). *Mechanistic-empirical pavement design guide: a manual of practice*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Anonim. (2023, Januari 17). *Percepat Realisasi Anggaran TA 2023 Sebesar Rp125,22 Triliun, Kementerian PUPR Lelang Dini 3.942 Paket Kontraktual*. Diakses Juni 10, 2023, dari <https://pu.go.id/berita/percepat-realisisi-anggaran-ta-2023-sebesar-rp12522-triliun-kementerian-pupr-lelang-dini-3942-paket-kontraktual>
- ASTM E 178-02. (2002). Standard Practice for Dealing with Outlying Observation American Society for Testing and Materials. 1-18.
- Cusson, D., & Hoogeveen, T. (2008). Internal curing of high-performance concrete with pre-soaked fine lightweight aggregate for prevention of autogenous shrinkage cracking. *Cement and Concrete Research*, 38(6), 757–765. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2008.02.001>
- Elzokra, A., Al Hourri, A., Habib, A., Habib, M., & Malkawi, A. B. (2020). Shrinkage behavior of conventional and nonconventional concrete: A review. *Civil Engineering Journal (Iran)*, 6(9), 1839–1851. <https://doi.org/10.28991/cej-2020-03091586>
- Gartner, E.J., Young, J.F., Damidot, D.A., Jawed, I. (2001). Chapter 3: hydration of Portland cement. In: Bensted, J., Barnes, P. (Eds.), *Structure and Performance of Cements*, second ed.
- Gilbert, R. Ian., Castel, A., Mohammadi, J., Khan, I., South, W. (2018). An Experimental Study of Autogenous and Drying Shrinkage. *High Tech Concrete: Where Technology and Engineering Meet*, 33-41. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59471-2_5
- Holt, E., & Leivo, M. (2004). Cracking Risks Associated with Early Age Shrinkage. *Cement & Concrete Composite*, 26, 512-530. [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(03\)00068-4](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(03)00068-4)
- Holt, Erika E. (2001). *Early Age Autogenous Shrinkage of Concrete* (Publikasi No. 446) [Disertasi Doktor, University of Washington]. VTT Publication. <https://publications.vtt.fi/pdf/publications/2001/>

- Huang, L., Hua, J., Kang, M., Zhou, F., & Luo, Q. (2019). Capillary tension theory for predicting shrinkage of concrete restrained by reinforcement bar in early age. *Construction and Building Materials*, 210, 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.154>
- Jianxia, S. (2012). 6.14 - Durability Design of Concrete Hydropower Structures. In *Comprehensive Renewable Energy* (pp. 377–403). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-087872-0.00619-3>
- Jung, Youn S., Zollinger D. G., Won, M., & Wimsatt, A. J. (2009). *Subbase and Subgrade Performance Investigation for Concrete Pavement*. <http://tti.tamu.edu/documents/0-6037-1.pdf>
- Locher, F.W., Richartz, W., dan Sprung, S. (1976). Setting of Cement - Part I. Reaction and Development of Structure. *Zement-Kalk-Gips*, 29(10), 435-442. <http://pascalfrancis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=PASCAL7760107300>
- Mindess, S. and J.F. Young. (1981). *Concrete*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- Ming, K. (2010). Research on Restrained Deformation Properties of Reinforced Concrete Members due to Early Shrinkage during Construction. Ph.D. Thesis, Chongqing University, Chongqing, China.
- Mukhopadhyay, A. K., Ye, D., & Zollinger, D. G. (2006). Moisture-Related Cracking Effects on Hydrating Concrete Pavement 6. *Performing Organization Code Project 0-1700 13. Type of Report and Period Covered Project performed in cooperation with the Texas Department of Transportation and the Federal Highway Administration. Project Title: Improving Portland Cement Concrete Pavement Performance Unclassified*. <http://tti.tamu.edu/documents/0-1700-6.pdf>
- Neville, A.M. (1996). *Properties of Concrete* 4 th and final ed. Harlow: Longman Group.
- Niken, C. (2019). One Day High-Performance Concrete Mechanism of Plate, Beam, and Column. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 669(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/669/1/012012>
- Niken, C., Elly, T., Supartono, F. X., & Laksmi, I. (2018). Deformation of high performance concrete plate under humid tropical weather. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 316(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/316/1/012036>
- Pd-T-14. (2003). *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Pelaksana Kegiatan Infrastruktur Berbasis Masyarakat Direktorat Pengembangan Kawasan Permukiman. (2024). *Buku Saku Petunjuk Umum Konstruksi*.

Jakarta: Direktorat Pengembangan Kawasan Permukiman, Direktorat Jenderal Cipta Karya, dan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

- Shah, S. P., Sharigaphuti, M., & Karaguler, M. E. (1994). Comparison of shrinkage cracking performance of different types of fibers and wiremesh. *Symposium Paper*, 142, 1-18. <https://doi.org/10.14359/1178>
- SNI 07-0663. (1995) Jaringan Kawat Baja Las untuk Tulangan Beton. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2847. (2013) Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2847. (2019). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Soltani, M., An, X., & Maekawa, K. (2004). Cracking response and local stress characteristics of RC membrane elements reinforced with welded wire mesh. *Cement and Concrete Composites*, 26(4), 389–404. [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(03\)00035-0](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(03)00035-0)
- Sukirman S. (2010). Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. Bandung: Nova.
- Zhang, G., Chen, P., Si, X., Wang, J., & Han, Y. (2022). Research on Shrinkage and Shrinkage Models of Reinforced Concrete Specimens. *The Open Civil Engineering Journal*, 16(1). <https://doi.org/10.2174/18741495-v16-e221103-2022-37>
- Zhuang, S., Wang, Q., & Zhang, M. (2022). Water Absorption Behaviour Of Concrete: Novel Experimental Findings and Model Characterization. *Journal of Building Engineering*, 53, (1-19). <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104602>