

No. 44/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2026

SKRIPSI

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR *BOX DRAIN UNDER*
ROADWAY TERHADAP PEMBEBANAN BERDASARKAN SNI
1725:2016**

(Studi Kasus Proyek Modifikasi Simpang Susun Tol Bitung)



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh:

Nazhira Nuraini

(NIM 2201411038)

Pembimbing:

Sukarman, S.Pd., M.Eng.

(NIP 199306052020121013)

PROGRAM STUDI D-IV

TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR *BOX DRAIN UNDER ROADWAY*
TERHADAP PEMBEBANAN STATIS (STUDI KASUS PROYEK
MODIFIKASI SIMPANG SUSUN TOL BITUNG)** yang disusun oleh
Nazhira Nuraini (NIM 2201411038) telah disetujui dosen pembimbing untuk
dipertahankan dalam **Sidang Skripsi Tahap 2**

Pembimbing

Sukarman, S.Pd., M.Eng.
(NIP 199306052020121013)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

ANALISIS KINERJA STRUKTUR *BOX DRAIN UNDER ROADWAY* TERHADAP PEMBEBANAN BERDASARKAN SNI 1725:2016 yang disusun oleh Nazhira Nuraini (NIM 2201411038) telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap 2 di depan Tim Penguji pada hari Senin tanggal 29 Juni 2026

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T., Dr. NIP 197303181998022004	
Anggota	Tri Widya Swastika, S.T., M.T., Dr. NIP 198604292014042001	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta


Istiatun, S.T., M.T.
NIP 196605181990102001



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Nazhira Nuraini

NIM : 2201411038

Program Studi : S.Tr. Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan

Alamat email : nazhira.nuraini.ts22@mhsw.pnj.ac.id

Judul Naskah : Analisis Kinerja Struktur *Box Drain Under Roadway* terhadap Pembebanan Berdasarkan SNI 1725:2016

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akademis/perlombaan.

Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Depok, 21 Juli 2026

Yang menyatakan,

Nazhira Nuraini

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi berjudul “**Analisis Kinerja Struktur Box Drain Under Roadway terhadap Pembebanan Berdasarkan SNI 1725:2016**” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan, sekaligus untuk menambah pengetahuan dan wawasan penulis.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan dukungan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas berkat, rahmat, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Mama, Bapak, Aa, Teteh, Kakak, dan seluruh keluarga, yang senantiasa memberikan dukungan, baik secara moral, material, maupun doa, sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Sukarman, S.Pd., M.Eng., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, solusi, serta motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
4. Ibu Istiatun, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Hendrian Budi Bagus Kuncoro, S.T., M.Eng., selaku Kepala Program Studi D4 Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan.
6. Ibu Eva Azhra Latifa S.T., M.T. selaku pembimbing akademik D4 Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan.
7. Bapak Ir. Totok A. Widodo, S.T. Project Planning and Engineering Manager, PT Acset Indonusa Tbk., selaku pembimbing dan mentor yang senantiasa memberikan ilmu dan arahan kepada penulis dalam pembuatan skripsi.
8. Warga Asahan Raya No.19, yaitu Salma, Jati, Julian, dan lainnya yang selalu membantu dalam setiap diskusi dan kesulitan saat pembuatan naskah skripsi.
9. Apresiasi khusus penulis sampaikan kepada Ferdico Lolona, yang selalu bersedia menemani dan senantiasa menyemangati dalam setiap proses pengerjaan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi *support system* yang luar biasa.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Akhir kata, penulis bersyukur atas terselesaikannya skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan, sehingga dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna perbaikan di masa mendatang. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini serta berharap karya ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Jakarta, 10 Juni 2026

Penulis





DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Pembatasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 State of the Art	6
2.2 Penelitian Terdahulu.....	6
2.3 Struktur Beton Bertulang	9
2.4 Sistem Drainase Jalan	10
2.5 <i>Box Drain Under Roadway</i>	10
2.6 Beban yang Bekerja pada Struktur.....	10
2.6.1 Berat Sendiri (DL).....	10
2.6.2 Beban Mati Tambahan (SDL)	11
2.6.3 Beban Kendaraan	11
2.6.4 Tekanan Tanah Lateral	12
2.6.5 Tekanan Air/Hidrostatik	14
2.6.6 Kombinasi Pembebanan.....	14
2.7 Konstanta Pegas	15
2.8 Analisis Numerik Menggunakan <i>Software</i> SAP2000	17



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.9	Kriteria Evaluasi Kinerja Struktur	18
2.9.1	Momen Lentur.....	18
2.9.2	Gaya Geser	19
2.9.3	Gaya Aksial	19
2.9.4	Lendutan Maksimum	20
BAB III	METODOLOGI	21
3.1	Gambaran Umum	21
3.2	Rancangan Penelitian	21
3.3	Lokasi Penelitian	21
3.4	Objek Penelitian	22
3.5	Tahapan Penelitian	24
3.5.1	Identifikasi Masalah	26
3.5.2	Studi Literatur	27
3.5.3	Pengumpulan Data	27
3.5.4	Pemodelan Struktur.....	28
3.5.5	Perhitungan Pembebanan	28
3.5.6	Input Pembebanan	29
3.5.7	Analisis Struktur	30
3.5.8	Pembahasan Kinerja Struktur terhadap Standar Teknis	30
3.5.9	Pembahasan Pengaruh Variasi Ketinggian Struktur terhadap Kinerja Struktur	30
3.5.10	Kesimpulan dan Saran.....	30
3.6	Peraturan yang Digunakan	31
BAB IV	DATA DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Data Umum	32
4.1.1	Data Teknis Struktur.....	32
4.1.2	Desain <i>Box Drain</i>	33
4.1.3	Data Tanah.....	33
4.2	Pembebanan Struktur <i>Box Drain</i>	36
4.2.1	Beban DL <i>Material Properties</i>	36
4.2.2	Beban SDL	36
4.2.3	Beban Kendaraan	36
4.2.4	Tekanan Tanah Lateral Aktif.....	38
4.2.5	Tekanan Air	39
4.2.6	Perhitungan Konstanta Pegas	40



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3	Pemodelan Struktur <i>Box Drain</i>	41
4.3.1	<i>Material Properties</i>	43
4.3.2	<i>Section Properties</i>	44
4.3.3	<i>Load Cases</i>	45
4.3.4	<i>Input Beban</i>	46
4.3.5	<i>Load Combination</i>	48
4.4	Hasil Analisis Struktur menggunakan <i>Software SAP2000</i>	50
4.4.1	Hasil Analisis Momen Lentur pada Struktur <i>Box Drain Under Roadway</i> 50	
4.4.2	Hasil Analisis Gaya Geser pada Struktur <i>Box Drain Under Roadway</i> ..	54
4.4.3	Hasil Analisis Gaya Aksial pada Struktur <i>Box Drain Under Roadway</i> .	56
4.4.4	Analisis Lendutan Struktur	58
4.5	Evaluasi Kinerja Struktur terhadap Standar Teknis	60
4.5.1	Analisis Kapasitas Lentur Tulangan	60
4.5.2	Evaluasi Lendutan terhadap Persyaratan Layan	65
4.6	Pengaruh Variasi Tinggi Dinding Struktur <i>Box Drain</i>	66
4.6.1	Pengaruh Variasi Ketinggian Struktur <i>Box Drain</i> terhadap Gaya Aksial 67	
4.6.2	Pengaruh Variasi Ketinggian Struktur <i>Box Drain</i> terhadap Gaya Geser	69
4.6.3	Pengaruh Variasi Ketinggian Struktur <i>Box Drain</i> terhadap Momen Lentur 70	
4.6.4	Pengaruh Variasi Ketinggian Struktur <i>Box Drain</i> terhadap Lendutan ...	72
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1	Kesimpulan	74
5.2	Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....		76
LAMPIRAN.....		78



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 2. 2 Faktor Beban DL	11
Tabel 2. 3 Faktor Beban SDL.....	11
Tabel 2. 4 Faktor beban untuk beban lajur “D”	12
Tabel 2. 5 Faktor beban akibat tekanan tanah.....	14
Tabel 2. 6 Kombinasi Beban dan Faktor Beban.....	15
Tabel 2. 7 Elastic Constants of Various Soils.....	16
Tabel 2. 8 Nilai Faktor Korelasi Empiris α	17
Tabel 3. 1 Data Struktur.....	27
Tabel 3. 2 Data Material.....	27
Tabel 4. 1 Data Teknis Struktur <i>Box Drain</i>	32
Tabel 4. 2 Posisi Kendaraan Aktual	37
Tabel 4. 3 Tekanan Tanah Lateral Aktif Dinding Kanan.....	39
Tabel 4. 4 Tekanan Tanah Lateral Aktif Dinding Kiri.....	39
Tabel 4. 5 Tekanan Air Dinding Kanan.....	40
Tabel 4. 6 Tekanan Air Dinding Kiri.....	40
Tabel 4. 7 Momen Ultimit (Mu) Kondisi 1	51
Tabel 4. 8 Momen Ultimit (Mu) Kondisi 2	53
Tabel 4. 9 Gaya Geser Ultimit (Vu)	55
Tabel 4. 10 Gaya Aksial Ultimit.....	56
Tabel 4. 11 Lendutan yang terjadi pada Struktur <i>Box Drain</i> Akibat Beban Kondisi 1	59
Tabel 4. 12 Lendutan yang terjadi pada Struktur <i>Box Drain</i> Akibat Beban Kondisi 2	59
Tabel 4. 13 Momen Ultimit Maksimum Hasil Analisis SAP2000	61
Tabel 4. 14 Evaluasi Kapasitas Lentur Arah Memanjang	63
Tabel 4. 15 Evaluasi Kapasitas Lentur Arah Melintang.....	65



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Beban Lajur “D”	12
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	22
Gambar 3. 2 Objek Penelitian	23
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3. 4 Diagram Alir Analisis Struktur <i>Box Drain</i> menggunakan SAP2000	26
Gambar 4. 1 Potongan Memanjang Struktur <i>Box Drain</i>	33
Gambar 4. 2 Potongan Melintang Struktur <i>Box Drain</i>	33
Gambar 4. 3 <i>Cone Penetration Test</i> (Sondir)	35
Gambar 4. 4 Posisi Kendaraan Aktual	38
Gambar 4. 5 Pemodelan Struktur <i>Box Drain</i>	41
Gambar 4. 6 Pemodelan Struktur <i>Box Drain</i> Segmen 1	42
Gambar 4. 7 Pemodelan Struktur <i>Box Drain</i> Segmen 2	42
Gambar 4. 8 Pemodelan Struktur <i>Box Drain</i> Segmen 3	42
Gambar 4. 9 Pemodelan Struktur <i>Box Drain</i> Segmen 4	42
Gambar 4. 10 Pemodelan Struktur <i>Box Drain</i> Segmen 5	43
Gambar 4. 11 Mutu Beton	43
Gambar 4. 12 Tulangan Longitudinal	44
Gambar 4. 13 Top Slab	44
Gambar 4. 14 Bottom Slab	45
Gambar 4. 15 Wall	45
Gambar 4. 16 <i>Load Cases</i>	46
Gambar 4. 17 Input Beban Q_{SDL}	46
Gambar 4. 18 Input Beban Parapet/ <i>Concrete barrier</i>	47
Gambar 4. 19 Input Beban Terbagi Rata (BTR)	47
Gambar 4. 20 Input Beban Garis Terpusat (BGT)	47
Gambar 4. 21 Tekanan Lateral Tanah Aktif Dinding Kanan	48
Gambar 4. 22 Tekanan Lateral Tanah Aktif Dinding Kiri	48
Gambar 4. 23 Kombinasi Beban Layan 1	49
Gambar 4. 24 Kombinasi Beban Kuat 1	50
Gambar 4. 25 Grafik Momen Ultimit (M_u) Kondisi 1	51
Gambar 4. 26 Grafik Momen Ultimit (M_u) Kondisi 2	53
Gambar 4. 27 Grafik Gaya Geser Ultimit (V_u)	55



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 28 Grafik Gaya Aksial Ultimit (Pu)	57
Gambar 4. 29 Shopdrawing Struktur <i>Box Drain</i>	61
Gambar 4. 30 Ilustrasi Pengaruh Ketinggian terhadap Kinerja Struktur	67
Gambar 4. 31 Grafik Gaya Aksial yang terjadi.....	67
Gambar 4. 32 Grafik Gaya Geser yang terjadi.....	69
Gambar 4. 33 Grafik Momen Lentur yang terjadi	70
Gambar 4. 34 Grafik Lendutan yang terjadi	72





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Cross Section Box Drain</i>	79
Lampiran 2 Lokasi Penyelidikan Tanah	83
Lampiran 3 Posisi Lajur Truk	84
Lampiran 4 Gaya Dalam Maksimum Kondisi 1	85
Lampiran 5 Momen Maksimum Kondisi 2	88
Lampiran 6 Momen Arah Melintang.....	90
Lampiran 7 Momen Arah Memanjang	92
Lampiran 8 Gaya Geser Maksimum	94
Lampiran 9 Gaya Aksial Maksimum	96
Lampiran 10 SI-1 Pernyataan Calon Pembimbing	98
Lampiran 11 SI-2 Lembar Pengesahan	99
Lampiran 12 SI-3 Lembar Asistensi Pembimbing	100
Lampiran 13 SI-3 Lembar Asistensi Penguji	102
Lampiran 14 SI-4 Persetujuan Pembimbing	105
Lampiran 15 SI-5 Persetujuan Penguji	107
Lampiran 16 SI-7 Lembar Bebas Pinjam dan Urusan Administrasi	109
Lampiran 17 MI-10 Bukti Penyerahan Laporan Magang Industri.....	110



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur jalan di Indonesia terus berjalan dalam upaya melayani peningkatan volume lalu lintas dan pertumbuhan ekonomi. Berdasarkan data Kementerian PUPR, panjang jalan tol di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir sebagai upaya mewujudkan pemerataan pembangunan serta mendorong pengembangan wilayah (Kementerian PUPR, 2023). Peningkatan jaringan jalan tol tersebut berdampak pada bertambahnya volume lalu lintas, termasuk kendaraan berat yang secara signifikan memengaruhi beban yang diterima oleh komponen struktural jalan. Selain itu, keterbatasan lahan atau ruang milik jalan (rumija) sering menjadi kendala dalam perencanaan jalan, sehingga diperlukan solusi rekayasa berupa pembangunan jalan yang memanfaatkan ruang di atas saluran drainase, seperti struktur *box drain*. Salah satu proyek yang menerapkan konsep tersebut adalah Proyek Modifikasi Simpang Susun Tol Bitung Tangerang yang bertujuan meningkatkan konektivitas dan mobilitas menuju kawasan hunian Paramount Petals. Dalam pelaksanaan proyek infrastruktur jalan, sistem drainase jalan merupakan komponen penting yang harus direncanakan secara terintegrasi dengan struktur jalan tol (Kementerian PUPR, 2021).

Pada Proyek Modifikasi Simpang Susun Tol Bitung, sistem drainase yang digunakan untuk menyalurkan dan membuang air berlebih adalah *box drain*. Sistem ini dirancang tidak hanya untuk menyalurkan air permukaan jalan, tetapi juga untuk mengakomodasi limpasan dari sistem irigasi serta drainase di kawasan sekitarnya. Seluruh aliran dari area proyek, termasuk pond, dialirkan menuju *box drain* sebelum diteruskan ke saluran eksisting tol. Dalam penerapannya, struktur *box drain* tersebut merupakan penerapan sistem drainase yang tidak hanya berfungsi sebagai saluran drainase, tetapi juga sebagai struktur utama penopang beban lalu lintas di atasnya. Kondisi lalu lintas pada proyek tersebut didominasi oleh kendaraan berat seperti truk logistik hingga kendaraan angkut lainnya karena ruas tol tersebut merupakan akses utama menuju pelabuhan Merak. Kondisi tersebut menyebabkan *box drain* menerima beban kendaraan yang signifikan sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap kinerja

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

struktur. Hal ini menjadi aspek penting dalam evaluasi, guna memastikan keamanan struktur.

Karakteristik struktur *box drain* memiliki mekanisme transfer beban sebagai sistem portal tertutup (*closed frame*), dimana beban yang bekerja pada pelat atas didistribusikan melalui elemen dinding menuju pelat bawah dan selanjutnya diteruskan ke tanah pendukung. Oleh karena itu, struktur *box drain* tidak hanya harus memenuhi fungsi hidraulik, tetapi juga harus mampu memenuhi persyaratan kekuatan dan layan terhadap pembebanan yang bekerja. Namun, hingga saat ini penelitian yang secara khusus membahas pengaruh variasi ketinggian *box drain* terhadap kinerja struktur berdasarkan kombinasi pembebanan sesuai SNI 1725:2016 masih terbatas, terutama pada kondisi yang merepresentasikan geometri aktual di lapangan. Keterbatasan tersebut mendorong perlunya pendekatan analisis numerik struktur untuk mengevaluasi kinerja *box drain under roadway* serta mengetahui pengaruh variasi ketinggian struktur terhadap respons yang ditimbulkan akibat kombinasi pembebanan yang bekerja pada struktur.

Untuk mengevaluasi kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan melalui pemodelan numerik menggunakan perangkat lunak SAP2000 dengan pendekatan tiga dimensi (3D). Dengan menginput parameter dimensi, spesifikasi material, dan beban yang bekerja berdasarkan ketentuan pembebanan jembatan dalam SNI 1725:2016, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran struktur *box drain* aktual di lapangan. Oleh karena itu, pengaruh respons struktur terhadap elemen *box drain* perlu dievaluasi untuk memastikan struktur masih memenuhi kinerja sesuai dengan standar perencanaan. Sehingga penelitian tentang “Analisis Struktur *Box drain Under Roadway* terhadap Pembebanan Berdasarkan SNI 1725:2016” perlu dilakukan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil gaya dalam dan lendutan struktur *box drain under roadway* terhadap kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1725:2016?
2. Bagaimana pengaruh variasi tinggi dinding struktur *box drain under roadway* terhadap gaya dalam dan lendutan struktur?

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis hasil gaya dalam dan lendutan struktur *box drain under roadway* terhadap kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1725:2016.
2. Menganalisis pengaruh variasi tinggi dinding struktur *box drain under roadway* terhadap gaya dalam dan lendutan struktur.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat menjadi ilmu pengetahuan dan bisa menjadi referensi ilmiah terkait analisis struktur *box drain under roadway*, serta menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya pada bidang struktur bawah jalan dan sistem drainase.
2. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar teknis bagi pengelola jalan tol dan perencanaan infrastruktur dalam perencanaan struktur sistem drainase khususnya *box drain* di bawah jalan tol.
3. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi teknis dan pengetahuan baru mengenai keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan tol terhadap sistem drainase *box drain*.

1.5 Pembatasan Masalah

Berdasarkan perumusan masalah diatas dapat ditentukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Proyek Modifikasi Simpang Susun Tol Bitung.
2. Objek penelitian yang digunakan struktur *box drain under roadway* sepanjang 138 m yang dimodelkan secara 3 dimensi (3D) dengan variasi ketinggian dinding struktur.
3. Metode dan data pembebanan mengacu Pedoman Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725:2016.
4. Analisis pemodelan struktur menggunakan program SAP2000.
5. Analisis pembebanan tidak menginput beban akibat kapasitas aliran air.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

6. Analisis daya dukung tanah dan penurunan fondasi tidak dibahas secara mendalam dalam penelitian ini, melainkan hanya digunakan sebagai data pendukung berdasarkan hasil investigasi tanah yang tersedia.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan penelitian ini, sistematika penulisan yang akan digunakan yaitu berisi lima bab yang akan memberikan gambaran jelas dan mempermudah pembahasan dalam penelitian, diantaranya:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja struktur *box drain under roadway* berdasarkan kombinasi pembebanan sesuai SNI 1725:2016 menggunakan perangkat lunak SAP2000.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan landasan teori dan kajian pustaka yang mendukung pelaksanaan penelitian, serta mengacu pada penelitian-penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan dan pembanding. Pembahasan dalam bab ini meliputi konsep dasar *box drain*, karakteristik beban statis kendaraan, respons struktur *box drain* berupa momen ultimit, gaya geser, gaya aksial, dan lendutan, serta metode analisis dan perencanaan struktur *box drain*. Selain itu, bab ini juga menyajikan metode serta prinsip analisis numerik menggunakan perangkat lunak SAP2000.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan dan prosedur penelitian yang dilakukan. Pembahasan meliputi lokasi dan objek penelitian, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data pembebanan dan struktur *box drain*, asumsi yang digunakan, serta langkah-langkah analisis struktur *box drain* menggunakan perangkat lunak SAP2000.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data hasil pengumpulan di lapangan dan data sekunder yang digunakan dalam analisis. Selanjutnya dilakukan analisis respon struktur *box drain* berupa momen ultimit, gaya geser, gaya aksial, dan lendutan akibat beban statis kendaraan berdasarkan pengujian jembatan. Hasil analisis tersebut dibahas untuk mengevaluasi kinerja struktur *box drain under roadway* Proyek Modifikasi Simpang Susun Tol Bitung serta dibandingkan dengan kriteria desain.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis dan pembahasan penelitian, yang menjawab tujuan dan rumusan masalah penelitian. Selain itu, bab ini juga memberikan saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan struktur *box drain* di masa mendatang, serta rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V**KESIMPULAN DAN SARAN****5.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan perhitungan dan analisis struktur *box drain under roadway* menggunakan *software* SAP2000 pada kinerja dan respons struktur terhadap variasi tinggi dinding dan kondisi posisi kendaraan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis numerik menunjukkan bahwa struktur *box drain under roadway* mampu menahan kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1725:2016 pada kedua kondisi pembebanan yang ditinjau. Respons struktur berupa momen lentur, gaya geser, gaya aksial, dan lendutan menunjukkan distribusi yang berbeda pada setiap elemen akibat kombinasi beban mati, beban mati tambahan, beban lajur "D", tekanan tanah lateral aktif, tekanan air hidrostatik, serta perubahan posisi kendaraan dan *concrete barrier*. Perbandingan kedua kondisi menunjukkan bahwa keberadaan air di dalam *box drain* memengaruhi distribusi gaya dalam dan lendutan struktur melalui perubahan keseimbangan tekanan lateral dan mekanisme transfer gaya pada sistem portal tertutup (*closed rigid frame*). Hasil evaluasi kapasitas lentur menunjukkan bahwa nilai kapasitas lentur rencana (ϕM_n) pada seluruh elemen lebih besar dibandingkan momen ultimit hasil analisis (M_u), sehingga seluruh elemen memenuhi persyaratan kapasitas lentur berdasarkan RSNI T-12-2004. Selain itu, hasil evaluasi lendutan menunjukkan bahwa seluruh segmen memiliki nilai lendutan yang lebih kecil dibandingkan lendutan izin berdasarkan kriteria $L/800$, sehingga struktur memenuhi persyaratan kemampuan layan (*serviceability*).
2. Variasi tinggi dinding struktur *box drain* memengaruhi respons struktur yang ditunjukkan oleh perubahan distribusi gaya aksial, gaya geser, momen lentur, dan lendutan pada setiap segmen hasil analisis. Perubahan geometri menyebabkan perubahan kekakuan sistem portal tertutup sehingga jalur penyaluran gaya pada setiap elemen berubah, mengakibatkan distribusi gaya dalam dan deformasi yang tidak bersifat linier. Selain dipengaruhi oleh variasi ketinggian, respons struktur juga dipengaruhi oleh kombinasi beban kendaraan, posisi *concrete barrier*, tekanan tanah lateral, serta tekanan hidrostatik yang bekerja pada struktur. Hasil analisis menunjukkan bahwa

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dinding kanan cenderung menerima respons gaya dalam yang lebih besar akibat dominasi pembebanan pada sisi kanan struktur, sedangkan perubahan panjang bentang pada setiap segmen memengaruhi besarnya lendutan izin yang digunakan dalam evaluasi kemampuan layan. Meskipun terjadi perubahan respons pada setiap variasi geometri, seluruh segmen masih memenuhi persyaratan kekuatan dan kemampuan layan berdasarkan standar yang digunakan. Dengan demikian, variasi ketinggian *box drain* tidak menyebabkan kegagalan struktur, namun berpengaruh terhadap besarnya respons internal dan deformasi yang terjadi, sehingga perlu dipertimbangkan dalam proses perencanaan dan evaluasi struktur *box drain under roadway*.

5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan analisis *box drain under roadway* dengan mempertimbangkan variasi pembebanan yang lebih beragam, seperti pembebanan dinamis akibat kendaraan bergerak maupun pengaruh beban gempa, sehingga respons struktur dapat dievaluasi secara lebih komprehensif.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan validasi hasil analisis numerik menggunakan data pengujian atau monitoring lapangan sehingga tingkat kesesuaian antara model numerik dan kondisi aktual struktur dapat dievaluasi secara lebih akurat.
3. Penelitian selanjutnya juga disarankan untuk mengembangkan analisis interaksi tanah–struktur menggunakan pendekatan yang lebih rinci, seperti pemodelan kontinu tiga dimensi atau metode elemen hingga geoteknik, sehingga pengaruh karakteristik tanah terhadap respons struktur dapat direpresentasikan secara lebih realistis.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO. (2020). *LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS*.

Badan Standardisasi Nasional. (2004). Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan. *RSNI T-12-2004*, 117.

Badan Standardisasi Nasional. (2016). Pembebanan untuk jembatan. *SNI 1725:2016*.

Bowles, J. E. (1997). *FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN Fifth Edition*.

Darwin, D., Dolan, C. W., & Nilson, A. H. (2016). *DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES*.

Das, B. M., & Sobhan, K. (2018). *Principles of Geotechnical Engineering Ninth Edition*. 845.

Gheitasi, A., Gentz, C. R., Foden, A. J., & Aregawi, B. (2022). *Diagnostic Load Testing and Refined Analysis of Concrete Box Culverts*. 22.

Kementerian PUPR. (2021). PEDOMAN DESAIN DRAINASE JALAN. *Pedoman Bidang Jalan Dan Jembatan*.

Kementerian PUPR. (2023). *Informasi Statistik Infrastruktur*.

Namalima, T. M. (2022). *REVIEW OF CODES OF PRACTICE FOR THE DESIGN OF BOX CULVERTS FOR RECOMMENDATION FOR SOUTH AFRICAN BUREAU OF STANDARDS (SABS)*. 84.

Pratama, R. A., & Tanjung, D. (2024). *ANALISIS STRUKTUR BOX CULVERT SEBAGAI AKSES JALAN (UNDERPASS) PADA PROYEK PENGANTIAN JEMBATAN LAWE NATAM I KUTACANE KABUPATEN ACEH TENGGARA*. 3(2).

Rangan, P. R., A., B. A., M., H., Kiflin, S., & B., Y. B. (2022). *TINJAUAN PERENCANAAN BOX CULVERT PADA LANDASAN PACU (RUN WAY) TORAJA AIRPORT*. 12.

Syahnabana, M., & Fachri. (2019). *PENGARUH SLAB BAWAH PADA STRUKTUR*



BOX CULVERT TIPE SINGLE MENGGUNAKAN SOFTWARE SAP 2000.

8(Juni), 13–22.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta