

**ANALISIS STUKTUR PORTAL BP (BOGOR PILE) 19 ELEVATED RAILWAY  
BOGOR LINE DOUBLE-DOUBLE TRACK STASIUN MANGGARAI**

**SKRIPSI**

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar sarjana



Disusun oleh:

Muhamad Derusalam  
NIM : 171130015

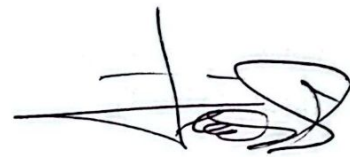
**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA  
2021**

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Jakarta, 30 Agustus 2021  
Mahasiswa,



**Muhamad Derusalam**  
171130015

## HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Muhamad Derusalam  
NIM : 171130015  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi :

“ANALISIS STUKTUR PORTAL BP (BOGOR PILE) 19 ELEVATED  
RAILWAY BOGOR LINE DOUBLE-DOUBLE TRACK STASIUN  
MANGGARAI”

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

### DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Ir. Prasetio, MEM

(  )

Pembimbing 2 : Dedy Rutama, S.T., M.T

(  )

Ditetapkan di : Bekasi

Tanggal : 30 Agustus 2021

## HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Muhamad Derusalam  
NIM : 1171130015  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi :

“ANALISIS STUKTUR PORTAL BP (BOGOR PILE) 19 ELEVATED  
RAILWAY BOGOR LINE DOUBLE-DOUBLE TRACK STASIUN  
MANGGARAI”

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

### DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : 1. Ir. Sukoco, M.Eng

(  )

Penguji 2 : Ir. Sumudi, Sp 1

(  )

Penguji 3 : Aulia Choiri Windari, S.Tr.T., Sc.Eng (

(  )  
Aulia Choiri W.

Ditetapkan di : Bekasi

Tanggal : 30 Agustus 2021

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhamad Derusalam  
NPM : 171130015  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“ANALISIS STUKTUR PORTAL BP (BOGOR PILE) 19 ELEVATED RAILWAY BOGOR LINE DOUBLE-DOUBLE TRACK STASIUN MANGGARAI”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 30 Agustus 2021

Yang menyatakan



**Muhamad Derusalam**  
171130015

## ABSTRAK

Peningkatan sarana transportasi semakin dibutuhkan sejalan dengan pesatnya perkembangan dan pertumbuhan kehidupan sosial dan perekonomian pada hampir di seluruh wilayah di Indonesia. Sehingga pada sektor prasarana transportasi sangat dibutuhkan adanya pembangunan guna menunjang program pembangunan yang sudah direncanakan. Salah satu moda transportasi angkutan massal yang cepat, lancar dan aman adalah kereta api, dari moda transportasi inilah yang akan ditingkatkan peranannya baik dari sarana dan prasarana untuk mengatasi masalah transportasi kota dan antar kota. Dengan diadakannya proyek *Double – Double Track* ( DDT) yang bertujuan untuk memisahkan dan meningkatkan operasional antar Kereta agar tidak terjadi keterlambatan jadwal keberangkatan. Maka dari itu dibangun struktur elevated BP 19 (Bogor Line) di Stasiun Manggarai. Untuk analisisnya Mengacu pada PD 10 dan Peraturan Menteri Perhubungan (PM) Nomor 60 Tahun 2012 untuk Konstruksi jalan rel, SNI 1725-2016 untuk pembebanan jembatan, Rencana Muatan 1921 (RM-21) untuk pembebanan kereta api, SNI 2833-2013 untuk pembebanan gempa. Dari hasil analisis pada BP 19 didapatkan bahwa memiliki lebar jalur yang direncanakan 35 meter dengan 4 jalur 2 peron dengan pemodelan struktur berupa Struktur Beton Bertulang dengan mutu beton K450, mutu baja tulangan U-40 dengan tinggi 11 meter, system pondasi direncanakan dengan pondasi kelompok Bored Pile dengan diameter 1,2 m dengan kedalaman 30 m dibawah permukaan tanah.

**Kata kunci:** Stuktur *Elevated*, BP 19, *Bored Pile*, SNI 1725-2016

## ABSTRACT

*Transportation facilities are needed such as the rapid increase in the development and growth of social and economic life in almost all regions in Indonesia. So that the infrastructure is needed for development to support the development program that has been planned. One of the modes of mass transportation that is fast, smooth and safe is the train, from this mode of transportation which will increase its role both in terms of facilities and infrastructure to overcome urban and inter-city transportation problems. With the holding of the Double - Double Track (DDT) project which aims to separate and improve operations between trains so that there are no delays in the departure schedule. Therefore, the BP 19 flyover (Bogor Line) was built at Manggarai Station. For analysis, refer to PD 10 and Regulation of the Minister of Transportation (PM) Number 60 of 2012 for Railroad Construction, SNI 1725-2016 for bridge loading, Load Plan 1921 (RM-21) for railway loading, SNI 2833-2013 for earthquake loading. . From the results of the analysis on BP 19, it was found that the planned track width is 35 meters with 4 lanes 2 platforms with structural modeling in the form of Reinforced Concrete Structures with K450 concrete quality, U-40 reinforcement steel quality with a height of 11 meters, the system is built with the Bored Pillar group foundation stake with a diameter of 1.2 m with a depth of 30 m below ground level.*

**Keyword :** Structure Elevated, BP 19, Bored Pile, SNI 1725-2016

## DAFTAR ISI

|                                                                                    |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI .....                                              | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....                                                | ii   |
| HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....                                              | iii  |
| KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH .....                                           | iv   |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS .....                                    | v    |
| ABSTRAK.....                                                                       | vi   |
| ABSTRACT.....                                                                      | vii  |
| DAFTAR ISI .....                                                                   | viii |
| DAFTAR GAMBAR.....                                                                 | xiii |
| DAFTAR TABEL .....                                                                 | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                                             | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....                                                            | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                                           | 2    |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                                                         | 3    |
| 1.4 Ruang Lingkup .....                                                            | 3    |
| 1.5 Batasan Masalah .....                                                          | 3    |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                                                    | 4    |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA .....                                                        | 5    |
| 2.1 Landasan Teori .....                                                           | 5    |
| 2.1.2 Bangunan Bawah ( <i>Sub Structure</i> ).....                                 | 5    |
| 2.1.3 Bangunan Atas ( <i>Upper Structure</i> ) .....                               | 6    |
| 2.2 Persyaratan pada Sistem jalan rel elevated Kereta Api Double-Double Track..... | 7    |
| 2.2.1 Beban Gandar.....                                                            | 7    |
| 2.2.2 Lendutan.....                                                                | 7    |
| 2.2.3 Stabilitas Konstruksi .....                                                  | 7    |
| 2.2.4 Beban Gempa (EQ).....                                                        | 8    |

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 2.2.5 Pembebanan Portal.....                         | 14 |
| 2.2.6 Beban Permanen.....                            | 14 |
| 2.2.8 Beban Lateral Kereta (LR).....                 | 15 |
| 2.2.9 Pengaruh Tetap Pelaksanaan (PL) .....          | 16 |
| 2.2.10 Pengaruh Prategang (PR).....                  | 16 |
| 2.2.11 Gesekan Pada Perletakan (BF).....             | 17 |
| 2.2.7 Beban Sentrifugal.....                         | 17 |
| 2.2.12 Beban Lalu Lintas (TD).....                   | 17 |
| 2.2.13 Beban Lokomotif dan Tender (TT).....          | 17 |
| 2.2.14 Beban Akibat Penurunan (SE).....              | 19 |
| 2.2.15 Beban Kejut (i).....                          | 20 |
| 2.2.16 Beban Rel Panjang Longitudinal (LF) .....     | 20 |
| 2.2.17 Gaya akibat Temperatur Seragam (EUn).....     | 20 |
| 2.2.18 Temperatur Gradien .....                      | 21 |
| 2.2.19 Beban Angin (EW).....                         | 23 |
| 2.2.20 Faktor Beban Dinamis .....                    | 23 |
| 2.2.21 Kombinasi Pembebanan.....                     | 23 |
| 2.3 Pemeriksaan Kestabilan Portal.....               | 26 |
| 2.3.1 Kontrol Daya Dukung Tanah.....                 | 26 |
| 2.3.2 Kontrol Stabilitas Geser .....                 | 29 |
| 2.4 Perencanaan Pondasi Portal .....                 | 30 |
| 2.4.1 Alasan Penggunaan Pondasi Bore Pile .....      | 31 |
| 2.4.2 Perhitungan Bore Pile .....                    | 32 |
| 2.4.2.1 Efisiensi Kelompok BorePile.....             | 32 |
| 2.4.2.2 Beban Maksimum yang diterima Bore Pile ..... | 33 |
| 2.4.3 Daya Dukung Pondasi Bore Pile.....             | 33 |

|                                                 |           |
|-------------------------------------------------|-----------|
| 2.4.3.1 Daya Dukung Bore Pile Tunggal .....     | 33        |
| 2.4.3.2 Daya Dukung Bore Pile Kelompok.....     | 36        |
| 2.4.4 Kontrol Gaya Geser Bore Pile.....         | 36        |
| 2.5 Penulangan Portal .....                     | 37        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>           | <b>42</b> |
| 3.1 Uraian Umum.....                            | 42        |
| 3.2 Sumber Data.....                            | 43        |
| 3.2.1 Data Primer .....                         | 43        |
| 3.2.2 Data Skunder .....                        | 43        |
| 3.3 Metode Pengolahan Data .....                | 43        |
| 3.3.1 Pengolahan Data.....                      | 43        |
| 3.3.2 Perencanaan Pembebanan .....              | 44        |
| <b>BAB IV PERHITUNGAN DAN HASIL.....</b>        | <b>46</b> |
| 4.1 Specific Gravity .....                      | 46        |
| 4.2 konsep Desain .....                         | 46        |
| 4.2.1 Analisis Selama Konstruksi .....          | 46        |
| 4.2.2 Analisis Pada Kondisi Beban Layanan ..... | 46        |
| 4.2.3 Analisis Pada Kondisi Batas .....         | 46        |
| 4.3 Analisis Material .....                     | 46        |
| 4.3.1 Mutu Beton.....                           | 46        |
| 4.3.2 Mutu Baja Tulangan.....                   | 46        |
| 4.4 Analisa Pembebanan .....                    | 46        |
| 4.4.1 Beban Mati (Dead Load).....               | 46        |
| 4.4.2 Berat Sendiri (BS) .....                  | 46        |
| 4.5 Data Struktur Atas .....                    | 47        |

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 4.5.1 Beban Box Girder Tengah .....                  | 47 |
| 4.5.2 Beban Box Girder Kanan dan Kiri.....           | 48 |
| 4.5.3 Beban PCI Girder.....                          | 49 |
| 4.6 Data Struktur Bawah.....                         | 50 |
| 4.7 Berat Struktur Atas.....                         | 51 |
| 4.7.1 Berat Box Girder.....                          | 51 |
| 4.7.1.2 Berat Box Girder Tengah.....                 | 53 |
| 4.7.1.3 Berat Box Girder Kanan dan Kiri.....         | 53 |
| 4.7.2 Berat PCI Girder.....                          | 54 |
| 4.7.3 Beban Bantalan.....                            | 54 |
| 4.7.4 Beban Rel.....                                 | 56 |
| 4.7.5 Berat 1 Meter Rel R54.....                     | 56 |
| 4.7.6 Beban Parapet.....                             | 56 |
| 4.8 Berat Sendiri Struktur Bawah.....                | 57 |
| 4.8.1 Berat Pier Head.....                           | 57 |
| 4.8.2 Berat Pier Column.....                         | 58 |
| 4.8.3 Berat Pilecap.....                             | 58 |
| 4.9 Beban Vertikal Akibat Berat Sendiri.....         | 58 |
| 4.9.1 Gaya Geser dan Momen Akibat Berat Sendiri..... | 58 |
| 4.10 Beban Mati Tambahan.....                        | 59 |
| 4.10.1 Beban Air Hujan.....                          | 60 |
| 4.10.2 Beban Ballast.....                            | 60 |
| 4.10.2 Beban Tiang LAA.....                          | 61 |

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| 4.11 Beban Vertikal Akibat Beban Mati Tambahan.....       | 61        |
| 4.12 Gaya Geser dan Momen Akibat Beban Mati Tambahan..... | 61        |
| 4.13 Beban Gempa.....                                     | 64        |
| 4.14 Kombinasi Pembebanan.....                            | 67        |
| 4.15 Reaksi Perletakan.....                               | 74        |
| 4.16 Gaya Lintang.....                                    | 75        |
| 4.17 Momen.....                                           | 75        |
| 4.18 Gaya Normal.....                                     | 75        |
| 4.19 Pembesian Pierhead.....                              | 72        |
| 4.20 Pembesian Pier column.....                           | 77        |
| 4.21 Pembesian Pilecap.....                               | 78        |
| 4.22 Perhitungan Bored Pile.....                          | 82        |
| 4.23 Lendutan Balok.....                                  | 89        |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>                                 | <b>91</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                                      | 91        |
| 5.2 Saran.....                                            | 91        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                | <b>92</b> |
| <b>LAMPIRAN - LAMPIRAN.....</b>                           | <b>93</b> |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

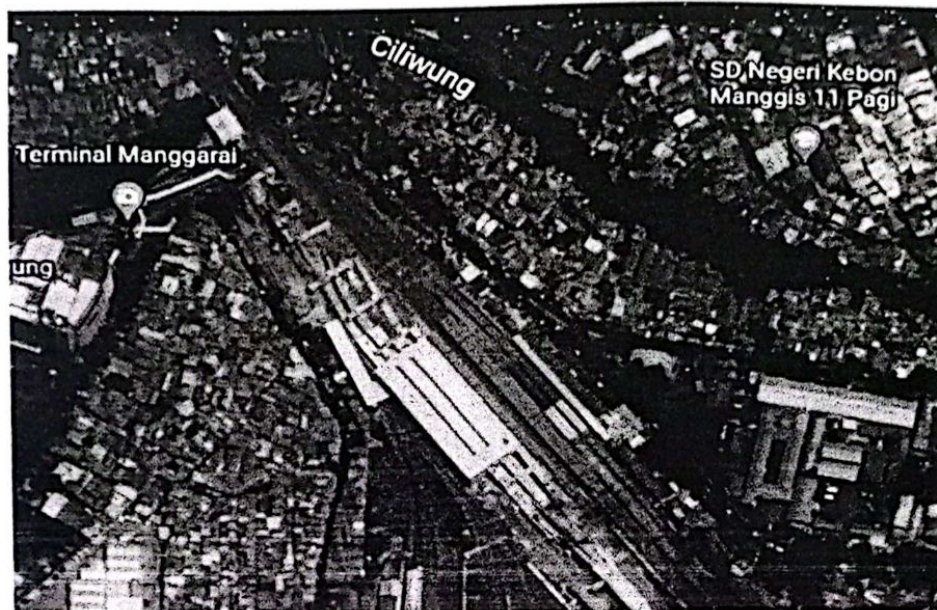
Jalan rel elevated merupakan bentuk pengembangan dari kapasitas layanan prasarana transportasi darat kereta yang membentuk jaringan transportasi untuk menghubungkan daerah-daerah, menjadikan roda perekonomian dan pembangunan dapat berputar dengan baik. Oleh karena itu pembangunan sebuah jalan rel elevated haruslah dapat menciptakan keadaan yang aman bagi para penumpang yang menggunakan jasa transportasi kereta tersebut. Seiring dengan bertambahnya kepemilikan kendaraan, serta kemajuan dibidang industri dan perdagangan, serta distribusi barang dan jasa menyebabkan meningkatnya volume lalu lintas jalan raya. Berdasarkan hal tersebut diperlukan sebuah transportasi yang efisien seperti kereta.

Dengan meningkatnya perkembangan sektor perekonomian dan perindustrian, meningkat pula kebutuhan akan sarana dan prasarana transportasi darat yang baik dan aman tetapi mempunyai nilai guna dan manfaat untuk masa yang akan datang. Jalan Rel Elevated Double-Double Track Paket A St.Manggarai-St.Jatinegara ini merupakan paket pertama setelah Paket B dan Paket C yang telah dilaksanakan pada tahun 2015 yang nantinya akan menghubungkan St.Manggarai- St.Jatinegara melalui jalan rel elevated . Proyek jembatan ini memiliki panjang Box Girder 35 meter dengan lebar Jalan Rel Elevated 10 meter.

Tujuan pembangunan Jalan Rel Elevated Double-Double Track St.Manggarai antara lain :

1. Pengembangan proyek Double-Double Track St.Manggarai-St.Cikarang.
2. Menambah kapasitas operasional kereta api.
3. Mengurangi Headway atau jarak waktu antar kereta.

Lokasi proyek :



Gambar 1 Denah Lokasi Proyek DDT Paket A ST.Manggarai-Jatinegara

(Sumber : Google Earth)

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan hal yang disebutkan diatas, dalam penyusunan dan pembuatan Skripsi ini penulis membatasi pada bagian Struktur Portal tersebut. Dengan alasan tersebut penulis memberikan judul :

**“ANALISIS STUKTUR PORTAL BP (BOGOR PILE) 19 ELEVATED RAILWAY BOGOR LINE DOUBLE-DOUBLE TRACK STASIUN MANGGARAI”.**

Secara umum lingkup pekerjaan struktur atas dan bawah pada proyek pembangunan jalan rel elevated ini meliputi pekerjaan struktur portal dan pekerjaan pondasi.

Dalam Skripsi ini penulis akan membahas tentang analisa portal yang meliputi antara lain sebagai berikut :

1. Bagaimana pembebanan struktur portal dan pondasinya ?
2. Reaksi perletakan pada struktur portal.
3. kekuatan Struktur portal dan pondasinya.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Skripsi ini adalah untuk meninjau dan menguji kembali hasil perencanaan struktur jalan rel elevated yang sesuai standar dan layak operasi dengan meninjau aspek dari kekuatan struktur, agar tercipta nya pergerakan lalu lintas kereta yang aman dan optimal.

Manfaat penulisan Skripsi ini untuk memberikan pengetahuan, pengertian dan pengalaman dalam menganalisa Struktur Portal Jalan Rel Elevated.

### 1.4 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup Penyusunan Skripsi ini membahas tentang Analisa Struktur Portal Jalan Rel Elevated antara lain meliputi :

1. Struktur Atas : Beban yang ditahan oleh *box girder* dan *pci girder*, beban pada *pier head*, beban pada *pier column*.
2. Struktur Bawah : *pilecap*, *bored pile*.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Analisa yang dilakukan hanya membahas tentang Struktur dan pondasi serta pembebanannya.
2. Tidak membahas Lingkup pekerjaan pada jalan rel.
3. Tidak membahas perhitungan geometri jalan rel dan bangunan pendukung lainnya.
4. Tidak membahas mengenai penulangan dan stressing pada Box dan PCI girder.
5. Tidak membahas mengenai saluran drainase, fasilitas operasi, manajemen, rencana anggaran biaya (RAB).

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan dalam Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa BAB dengan materi sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisi tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan masalah dari dilakukannya penelitian ini, batasan masalah penelitian dan sistematika laporan penelitian.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini berisi tentang teori yang menjadi dasar dalam penelitian ini.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini berisi panduan dasar perhitungan struktur portal serta data-data yang mendukung suatu konstruksi portal

### **BAB IV PEMBAHASAN**

Bab ini akan dibahas perhitungan-perhitungan yang dilakukan untuk penelitian ini serta data-data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan sehingga di dapat hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian berikutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. *Rencana Muatan 1921 (RM-21)*
2. *Peraturan Menteri Perhubungan Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api (PM 60 Tahun 2012)*
3. *Pedoman perencanaan pembebanan untuk jembatan (SNI-1725-2016)*
4. *Baja tulangan beton (SNI 2052:2017)*
5. *Pedoman tata cara perencanaan jembatan tahan gempa (SNI-2833-2016)*
6. *Peraturan Dinas no.10 tahun 1986 (PD 10) perencanaan konstruksi jalan rel*
7. *BSN ( Badan Standardisasi Nasional ). (2016). Pembebanan Untuk Jembatan (SNI 1725:2016). Jakarta.*
8. *Sosrodarsono, Suyono dan Kazuto Nakazawa. 1994. "Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi". PT Pradya Paramita, Semarang.*
9. *Ully Nurul Fadilah. 2018. Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile berdasarkan Data N-SPT menurut Rumus Reese&Wright dan Penurunan. Jurnal IKRA- ITH. 2(3): 10-13.*
10. *Skripsi, Perencanaan Struktur Elevated Untuk Jalan Kereta Api Bogor Pier 9 Stasiun Manggarai , Yessica Chrisdy Wulandari*