UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Jalan H.O.S. Cokrominoto Yogyakarta termasuk jalan kelas II yang merupakan salah satu jalan utama yang digunakan oleh masyarakat Kota Yogyakarta dan sekitarnya. Adanya Peraturan Menteri Perhubungan No 36 tahun 2011 yang menyatakan bahwa perlintasan antara jalan dan perlintasan kereta api seharusnya dilaksanakan dengan sistem tidak sebidang pada jalan kelas II, maka pada ruas Jalan H.O.S. Cokrominoto Yogyakarta perlu dibangun jalan layang. Dalam perancangan ini akan ditentukan dimensi dan detail penulangan *box girder girder* prategang yang memenuhi syarat batas layan dan batas kekuatan untuk jalan layang tersebut.

Struktur dirancang dengan menggunakan penampang *box girder girder* beton prategang dengan panjang bentang tinjauan 42 meter dengan kuat tekan beton, f_c', ditentukan 40 MPa. Perancangan dilakukan dengan menggunakan *CSi Bridge* untuk pemodelan struktur dan *Microsoft Excel* untuk perhitungan struktur. Struktur dirancang dengan menggunakan acuan *AASHTO LRFD Bridge and Design Spesification* 6^{th} *Edition 2012,* SNI 1725:2016 dan SNI 2833:2016 untuk pembebanan, dan standar lainnya yang terkait.

Berdasarkan perancangan yang dilakukan, penampang *box girder girder* beton prategang yang digunakan dengan tinggi 2,5 meter dan lebar 8,75 meter dapat mendukung gaya-gaya yang bekerja pada struktur. Jumlah strands yang digunakan pada struktur ini adalah 192 buah yang dipasang dalam 8 tendon. Tulangan non-prategang yang digunakan merupakan BJDT 40 diamater 16 mm dengan persebaran sengkang pada ujung bentang D16-140 dan tengah bentang D16-500,

Kata kunci : jalan layang, *box girder girder* beton, perlintasan tidak sebidang

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

H.O.S. Cokroaminoto street, Yogyakarta which classified to the class 2 road, is one of the main roads for the community of Yogyakarta city and the surrounding area used to. Related to that fact and the regulation, Peraturan Menteri Perhubungan No 36 tahun 2011, which is declared about the crossing between railroads and roads is supposed to be an elevated crossing, then a flyover should be bulit over the railway crossing H.O.S. Cokroaminoto street. The dimension and the reinforcement is designed to fulfill the requirements of the limit states condotions for serviceability and strength.

The structure is designed to use a prestressed concrete box girder as simple beam with the span of 42 meters. The concrete compressive strength is 40 MPa. The design is done with CSI Bridge for the modeling of the structure and Microsoft Excel for the structure elements design. The references used for the structure design are AASHTO LRFD Bridge and Design Spesification 6th Edition 2012, SNI 1725:2016 and SNI 2833:2016 for the loading, and the other related references.

Based on the design, a cross-section of the concrete box girder with a height of 2.6 meters and a width of 8.75 meters is capable to support the loads of the structure.The number of strands that used is 192 strands in 8 tendon. For the stirrup is used reinforcing steel of 16 mm diameter with spacing 140 mm at support near and 500 mm in the midspan. Non-prestressed reinforcement used is BJDT 40 with a diameter of 16 milimeters.

Keynote : *flyover, concrete girder box, elevated crossing*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan H.O.S. Cokroaminoto, Yogyakarta merupakan salah satu jalan tipe kelas II yang terdapat di Kota Yogyakarta (*Keputusan Walikota Yogyakarta, 2013*) . Jalan tersebut termasuk dalam salah satu jalan utama yang digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan perjalanan, seperti sekolah, bekerja maupun berekreasi. Selain digunakan sebagai sarana transportasi darat dengan menggunakan kendaraan bermotor, ruas jalan ini juga digunakan sebagai akses kereta api dengan tipe perlintasan sebidang dengan jalan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1. Peta lokasi Jalan H.O.S. Cokroaminoto

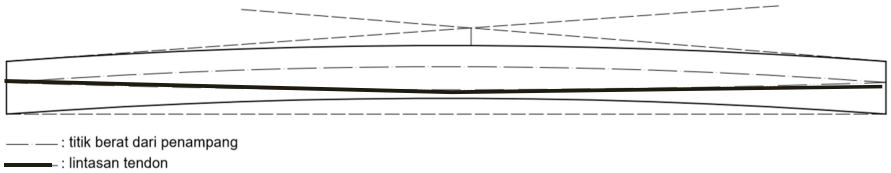
(Sumber : Google Maps, diakses pada 13 Januari 2020)

Penambahan durasi perjalanan yang terjadi merupakan dampak dari adanya peningkatan frekuensi perjalanan kereta api yang melintas pada perlintasan sebidang tersebut. Pada Peraturan Mentri Perhubungan No 36 Tahun 2011 dinyatakan bahwa perlintasan antara jalan dan perlintasan kereta api seharusnya dilaksanakan dengan sistem tidak sebidang untuk jalan dengan tipe kelas II. Solusi untuk permasalahan tersebut yang akan dibahas

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

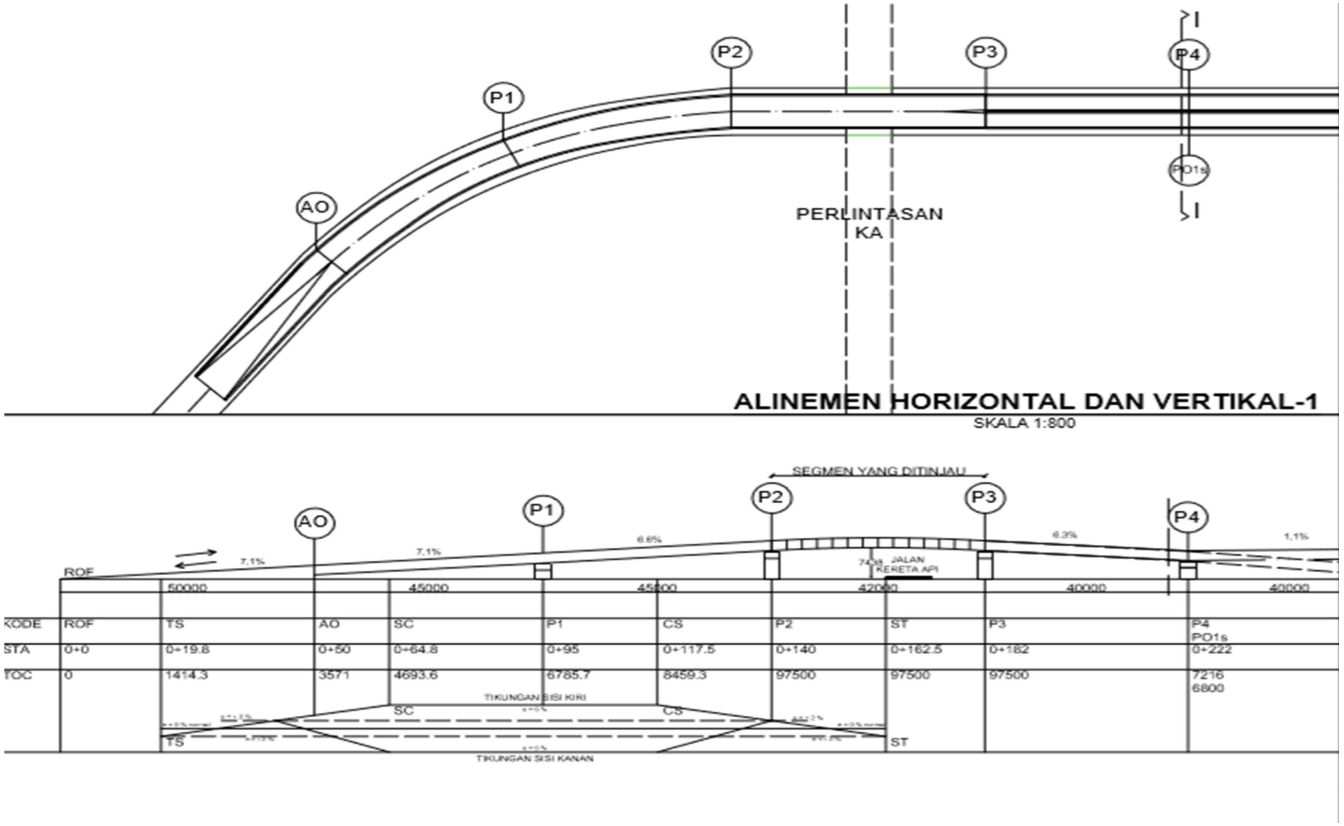
lebih detail pada tugas akhir ini adalah perancangan perlintasan tidak sebidang pada ruas jalan H.O.S. Cokroaminoto dalam bentuk jalan layang.

Jalan layang yang nantinya membentang sepanjang Jalan H.O.S. Cokroaminoto, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.3 dan untuk lebih detailnya pada Lampiran 1, mempunyai panjang sekitar 520 meter. Tipe penampang yang digunakan adalah tipe gelagar *box girder* beton prategang. Pemilihan *box* girder beton prategang sebagai jenis penampang yang digunakan didasarkan oleh penampang tersebut memiliki kekuatan torsi yang besar dibandingkan dengan penampang jembatan lainnya (*PCI girder, vioded slab,* dan lain sebagainya). Kekhasan yang terdapat pada jalan layang ini adalah pada segmen yang terletak tepat di atas perlintasan kereta api mempunyai potongan memanjang yang sedikit cembung (Gambar 1.2). Lengkung yang terdapat pada segmen tersebut merupakan hasil dari perpotongan garis singgung dari segmen sebelum dan setelahnya yang bertujuan untuk kenyaman pengendara yang melintas. Selain dilihat dari kenyamanan, secara teknis kelebihan dari lengkung yaitu memiliki lintasan tendon yang relatif datar sehingga mempunyai nilai friksi yang lebih kecil deng



Gambar 1. 2. Potongan memanjang bentang tinjauan

PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 1. 3. Alinemen jalan layang H.O.S. Cokroaminoto

PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, dapat dirumuskan beberapa pokok masalah yang dibahas, yaitu :

1. Berapa dimensi *box girder girder* Jalan Layang H.O.S. Cokroaminoto yang memenuhi syarat batas layan maupun batas kekuatan?
2. Bagaimana detail rancangan teknik *box girder girder* untuk jalan layan H.O.S. Cokroaminoto?

1.3 Tujuan Perancangan

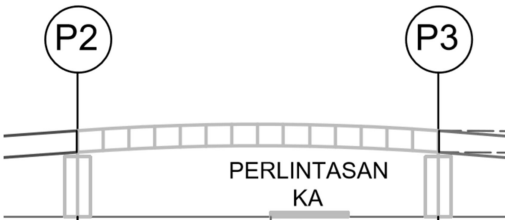
Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Menentukan dimensi penampang memanjang maupun melintang *box girder girder* jalan Layang H.O.S. Cokroaminoto.
2. Merancang struktur atas jalan layang H.O.S. Cokroaminoto dengan *box girder girder* beton prategang yang memenuhi syarat batas layan maupun batas kekuatan.

1.4 Batasan Masalah

Dalam perancangan ini terdapat beberapa batasan yang digunakan, yaitu :

1. Bagian jalan layang yang didesain merupakan segmen yang berada diantara pilar P2 dan P3 dengan bentang 42 meter, tepat di atas lintasan jalan kereta api yang dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.4.



Gambar 1. 4. Segmen jalan layang yang ditinjau

2. Segmen yang ditinjau pada perancangan ini bukan merupakan bagian dari tikungan.
3. Perancangan hanya dilakukan untuk struktur atas dan tidak dilakukan perancangan pada struktur bawah dari jalan layang.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4. Tumpuan pada desain ini disederhanakan dengan menggunakan tumpuan sendi dan rol.
5. Aspek biaya dan metode konstruksi tidak diperhitungkan dalam perancangan ini.

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat Perancangan ini bagi penulis sebagai sarana untuk menerapkan ilmu-ilmu yang telah penulis peroleh selama perkuliahan dan hasilnya diharapkan dapat digunakan sebagai acuan untuk penataan Kota Yogyakarta kedepannya.

1.6 Keaslian Perancangan

Perancangan jalan layang pada ruas Jalan H.O.S. Cokroaminoto, Yogyakarta ini belum pernah dilakukan sebelumnya dan belum ditemukan naskah-naskah yang membahas tentang permasalahan tersebut.

PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jalan Layang

Jalan layang merupakan salah satu perwujudan dari bangunan struktur jembatan. Jembatan adalah sarana yang dibangun dengan tujuan agar orang maupun kendaraan yang melintas dapat terhindar dari suatu halangan (berupa sungai, bangunan lain, jurang, ataupun perlintasan kereta api). Keberadaan jembatan dan atau jalan layang pada suatu daerah dapat menjadikan pergerakan aktivitas perekonomian, budaya dan yang lainya menjadi lebih mudah dan juga cepat.

Bagian Struktur Jalan Layang

Pada umumnya struktur jembatan dibagi menjadi dua bagian yang saling bekerja sama dalam menopang beban yang harus dilayani. Dua kelompok bagian struktur jalan layang adalah :

1. Struktur Bawah (*Substructure)*

   Struktur bawah pada jalan layang berfungsi sebagai penerus dari gaya-gaya yang bekerja pada struktur atas kepada tanah. Selain itu, struktur bawah juga berfungsi sebagai penopang bagi beban yang ditimbulkan oleh tekanan tanah dan juga gaya yang terjadi akibat adanya aliran air. Struktur bawah dari jalan layang atau jembatan sendiri terdiri dari *abutment, pier head, pier,* dan fondasi.

2. Struktur Atas (*Superstructure)*

   Struktur atas pada jalan layang terdiri dari bangunan atas, lantai kendaraan, dan juga perletakan atau tumpuan. Fungsi dari bangunan atas yaitu sebagai bagian yang meneruskan beban-beban yang bekerja pada lantai kendaraan kepada perletakan atau tumpuan yang selanjutnya disalurkan kepada struktur bawah.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2 Struktur *Box Girder* pada Jalan Layang

Box *girder* merupakan salah satu bentuk penampang *girder* pada struktur jembatan yang berbentuk *box girder* atau kotak berongga persegi ataupun trapezoidal dengan dilengkapi oleh sayap pada bagian atas struktur. Selain itu, *box girder* dapat berupa *single-cell* maupun *multi-cells.* Penampang box *girder* saat ini sudah sangat umum digunakan dalam struktur jembatan atau jalan layang di Indonesia. Penampang yang memiliki kekuatan torsi yang tinggi dan memiliki berat yang cenderung lebih ringan dibanding dengan penampang lainnya ini dipilih untuk digunakan sebagai bagian dari struktur jembatan/jalan layang karena lebih aestetik dan juga lebih ekonomis. Selain itu, rongga pada bagian dalam penampang dapat juga dimanfaatkan sebagai wadah untuk fasilitas-fasilitas pendukung jalan seperti jaringan pipa. Pada pelaksanaannya, penampang *box girder* memiliki beberapa kekurangan yaitu membutuhkan alat pengangkut yang besar agar dapat membawa segmennya, frekuensi distribusi segmen semakin banyak dikarenakan dalam satu kali angkut hanya dapat membawa segmen dengan jumlah sedikit, dan penggunaanya tidak efektif untuk bentang jembatan dengan lebar jembatan yang kecil.

Dalam pelaksanaannya penampang *box girder* lebih banyak digunakan dengan sistem beton pracetak untuk mempermudahkan pekerjaan. Beton pracetak merupakan salah satu metode dalam teknologi beton. Pada metode ini, perangkaian beton disusun seperti *puzzle*, dengan segmen-segmen yang telah dicetak di tempat terpisah sebelumnya. Keuntungan yang didapat ketika menggunakan metode ini adalah efisiensi waktu (waktu konstruksi bisa menjadi lebih cepat), hemat lahan pada lokasi konstruksi dan juga lebih presisi. Waktu yang digunakan untuk menyusun semua komponen struktur secara umumnya lebih cepat dibanding dengan metode cor in-situ. Hal ini dikarenakan segmen yang akan dipasang sudah dalam kondisi yang disiapkan untuk pemasangan dan sudah mampu menahan bebannya sendiri. Sedangkan, beton cor *in-situ* harus menunggu beberapa hari setelah pengecoran baru dapat kembali melanjutkan pengecoran pada bagian lainnya.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.3 Beton Prategang

Beton prategang merupakan satu teknologi pada struktur beton bertulang yang mampu melayani beban dan kondisi-kondisi spesial yang lebih baik dibandingkan beton bertulang biasa. Beton prategang didefisinikan sebagai struktur beton (dengan atau tidak dengan tulangan baja non prategang) yang diberikan tegangan awal tertentu sebelum struktur melayani beban luar (*Sulistyo, 2019*). Dalam penerapannya di Indonesia, sistem ini digolongkan menjadi sistem yang relatif mahal karena membutuhkan bahan dengan kualitas yang tinggi dan juga beberapa teknologi pada sistem ini sudah memiliki paten. Kualitas tinggi pada bahan material yang digunakan pada sistem ini diperuntukan agar struktur mampu melayani beban awal yang cukup besar. Selain memiliki kualitas yang tinggi, ciri khas dari struktur beton prategang yang lainnya adalah cenderung memiliki dimensi yang lebih kecil atau ramping dibandingkan dengan beton bertulang pada umumnya.

Prinsip dari kinerja sistem beton prategang ini adalah dengan memberikan gaya desak dengan jarak tertentu dari pusat berat penampang struktur yang nantinya akan menyebabkan struktur tersebut melengkung. Arah lengkungan ke atas atau ke bawah tergantung letak dari tendon baja prategangnya. Pada saat struktur sudah melayani beban luar yang bekerja, maka struktur yang mulanya lengkung akan tertarik menjadi struktur yang mendekati lurus. Perletakan posisi eksentrisitas tendon nantinya dapat diatur agar menghasilkan efek gaya prategang yang mampu untuk melayani beban-beban yang bekerja tanpa membuat struktur tersebut terjadi retak.

Jenis-jenis Beton Prategang

Struktur beton prategang mempunyai beberapa kelompok atau klasifikasi untuk strukturnya, yaitu :

1. Berdasarkan waktu penarikan baja prategang
   a. Pra Penarikan (*Pre Tension)*

Penarikan pada baja prategang dilakukan pada saat beton belum dicor. Sebelumnya tulangan non prategang dirangkai terlebih dahulu dalam cetakan.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Selanjutnya baja prategang disusun pada cetakan sesuai penempatan yang telah ditentukan lalu dilakukan penarikan dan pengangkuran. Langkah selanjutnya yaitu penuangan adonan beton ke dalam cetakan yang sudah disiapkan sebelumnya tadi. Setelah beton mengeras dan dirasa cukup kuat, angkur akan di lepas. Pelepasan angkur tersebut mengakibatkan beton memendek secara elastis, kehilangan gaya prategang, terjadi tegangan desak pada beton dan transfer gaya prategang terjadi melalui lekatan antara baja prategang dan beton.

b. Pasca Penarikan (*Post Tension)*

Pada sistem ini penarikan/penegangan baja prategang dilakukan setelah beton dicor dan mengeras lalu dilakukan pengangkeran terhadap beton. Transfer gaya prategang yang terjadi antara baja prategnag dan beton terjadi melalui sistem pengangkeran baja prategang. Jenis lekatan yang terjadi pada sistem ini yaitu dapat *grouted tendon* dan *ungrouted tendon*. *Grouted tendon* terjadi apabila didalam lubang ducting tendon diberi injeksi pasta semen. Sedangkan pada *ungrouted tendon* lubang ductil tendon dibiarkan kosong atau diinjeksi dengan bahan pelindung korosi, vaselin.

2. Berdasarkan keberadaan lekatan antara baja prategang dengan beton

a. Dengan lekatan (*Grouted)*

Terjadi lekatan atau menyatunya komponen beton dan baja prategang pada struktur tersebut. Pada sistem baja prategang *pre tensioning* lekatan akan terjadi otomatis dikarenakan baja prategang nantinya akan ikut tercor bersama dengan tulangan-tulangan non prategang yang sudah tersusun. Manfaat pada sistem ini adalah dapat menghindari geseran/slip yang biasanya terjadi. Pada sistem *post tension* lekatan dapat terjadi jika pada lubang tendon diberi injeksi pasta semen yang mengakibatkan serat baja prategang yang berada dalam tendon tidak dapat bergerak bebas.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

b. Tanpa lekatan (*Ungrouted*)

Kondisi ini terjadi pada sistem *post tension* dengan lubang *ducting* yang dibiarkan kosong atau hanya diberi injeksi pelindung korosi, vaselin. Sehingga beton prategang yang terdapat di dalam lubang dapat bergerak dengan bebas.

3. Berdasarkan letak baja prategang
   a. *Internal Prestressing*

   Pada sistem ini, tendon baja prategang berada di dalam penampang beton atau tertanam dalam beton.

   b. *External Prestressing*

   Pada sistem ini baja prategang berada di luar penampang beton, baik berada disekeliling luar penampang maupun berada di dalam ruang penampang.

4. Berdasarkan derajat penegangan
   a. Kelas U (*uncracked*)

      Penampang tidak mengalami retak dengan syarat $f_t < 0{,}62\ f_c'$

   b. Kelas T (*tansition*)

      Penampang transisi, dapat terjadi retak halus yang dapat menutup kembali jika beban berkurang dan masih elastik, dengan syarat $0{,}62\ f_c' < f_t < 1{,}0\ f_c'$

   c. Kelas C (*cracked*)

      Penampang terjadi retak dengan retak-retak yang lebih besar dan kemungkinan permanen, dengan syarat $f_t > 1{,}0\ f_c'$

Dalam perancangan ini digunakan jenis prategang *post tension-grouted-internal* dan dengan kelas penegangan kelas U. Sistem-sistem tersebut dipilih berdasarkan kemudahan dalam pendistribusian segmen *box girder,* dan dalam rangka perlindungan *strands* dari bahaya korosi.

PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.4 Perancangan Serupa

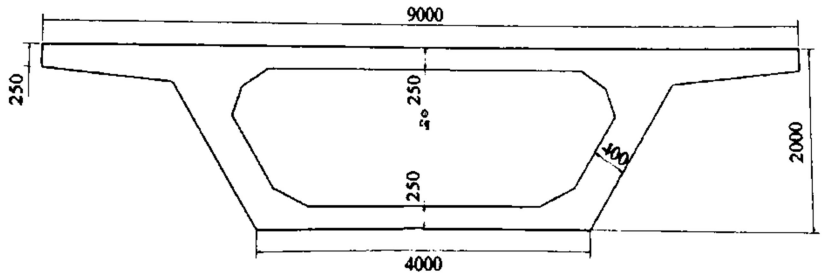
2.4.1 Perancangan oleh Rifqi (2016)

Pada tugas akhir yang dilakukan oleh Rifqi (2016) yang berjudul *"Perancangan Struktur Atas Fly Over Terminal 3 Bandara Internasional Soekarno-Hatta dengan Gelagar Box girder Beton Prategang Bersel Tunggal",* memiliki struktur penampang yang serupa dengan tugas akhir ini yaitu menggunakan gelagar dengan penampang *box girder* beton prategang.

1. Data Jembatan

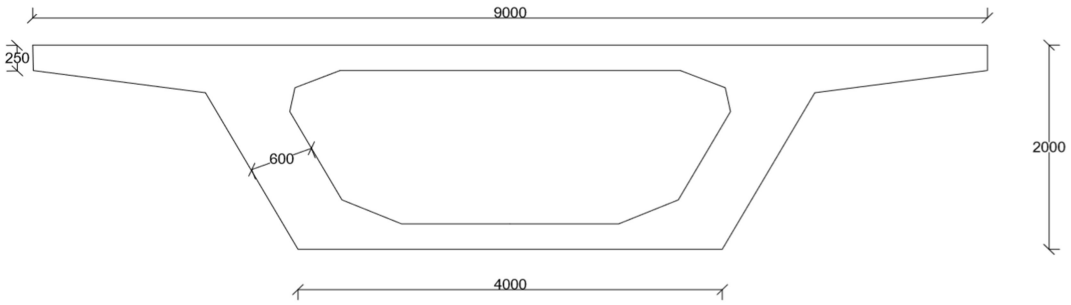
Nama jembatan	:	*Fly Over* Terminal 3 Bandara Internasional Soekarno-Hatta
Lokasi jembatan	:	Terminal 3 Bandara Internasional Soekarno-Hatta
Panjang *fly over* tinjauan	:	90 meter
Jumlah bentang	:	2 bentang menerus
Panjang tiap bentang	:	45 meter
Lebar jembatan	:	9 meter
Lebar jalur	:	8 meter
Jumlah lajur	:	2 lajur 1 arah
Jumlah gelagar	:	1 gelagar
Tebal perkerasan	:	0,05 meter
Mutu Beton, f_c'	:	40 MPa
Baja Prategang	:	*Uncoated 7-wire Super Strands (ASTM A-416 Grade 270),* dengan diameter = 12,7 m
f_{pu}	:	1870 MPa
f_{py}	:	1580 MPa
Penampang	:	*Box girder* beton, dengan detail pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.

PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 2. 1. Penampang yang digunakan dalam tugas akhir Rifqi (2016) pada daerah lapangan (satuan dalam mm)

.



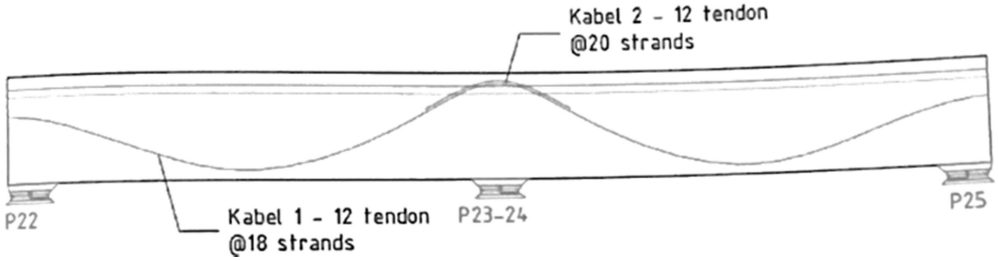
Gambar 2. 2. Penampang yang digunakan dalam tugas akhir Rifqi (2016) pada daerah tumpuan (satuan dalam mm)

2. Hasil Perancangan

Hasil dari perancangan yang, sebagai berikut :

a. Perhitungan Prategang

Hasil perhitungan prategang adalah sebagai berikut dengan posisi tiap kabel pada perancangan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3. Posisi kabel prategang Rifqi (2016)

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Kabel 1

Gaya prategang penegangan ,	Pj	= 3333,33 kN
Kehilangan prategang,	LOP	= 19,11%
Jumlah *strands* yang digunakan,	ns	= 12 *strands*/tendon
Jumlah tendon,	nt	= 18 tendon

Kabel 2

Gaya prategang penegangan ,	Pj	= 3666,67 kN
Kehilangan prategang,	LOP	= 25,70 %
Jumlah *strands* yang digunakan,	ns	= 20 *strands*/tendon
Jumlah tendon,	nt	= 12 tendon

b. Perhitungan Tegangan dan Kapasitas Struktur

Tabel 2. 1. Hasil perhitungan nilai tegangan struktur atas *Fly Over* Bandara Internasional Soekarno-Hatta pada SLS

Kondisi	Tegangan	Tengah (MPa)	Tumpuan (MPa)	Ijin (MPa)
Transfer	Serat atas	-1,34	-18,97	-20,40
	Serat bawah	-19,91	-9,30	-20,40
Layan	Serat atas	-6,26	-10,31	-18,00
	Serat bawah	-4,79	-11,93	-18,00

Tabel 2. 2. Hasil perhitungan kapasitas momen struktur atas *Fly Over* Bandara Internasional Soekarno-Hatta pada ULS

Momen	M_u (kNm)	ϕM_n (kNm)
Lapangan	52586,66	54168,83
Tumpuan	61034,30	83580,47

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 2. 3. Hasil perhitungan kapasitas geser struktur atas Fly Over Bandara Internasional Soekarno-Hatta pada ULS

Geser	V_u (kN)	ϕV_c (kN)	Tulangan Geser
Lapangan	8325,65	1594,40	D19-100
Tumpuan	5612,39	1265,39	D19-150

c. Gaya Dalam pada Struktur

Tabel 2. 4. Output gaya dalam keadaan beban terfaktor redesain struktur atas *Fly Over* Bandara Internasional Soekarno-Hatta

Gaya Dalam	V_u (kN)	M_u^+ (kNm)	M_u^- (kNm)
Nilai Maksimum	8325,65	52586,66	-61034,30
Kombinasi	ULS 5.1	ULS 1a	ULS 5.1

Tabel 2. 5.Output gaya dalam keadaan beban tidak terfaktor redesain struktur atas *Fly Over* Bandara Internasional Soekarno-Hatta

Gaya Dalam	M_u^+ (kNm)	M_u^- (kNm)	Lendutan (mm)
Nilai Maksimum	38394,06	-36094,20	20,66
Kombinasi	SLS 1a	SLS5.1	SLS 1c

d. Perbandingan berat penampang eksisting dengan penampang redesain

Tabel 2. 6. Perbandingan berat beton struktur atas eksisting dan redesain *Fly Over* Bandara Internasional Soekarno-Hatta

Desain	Berat Beton Struktur Atas(kN/m)
Eksisting	143,99
Redesain	126,39
Selisih	17,60

PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

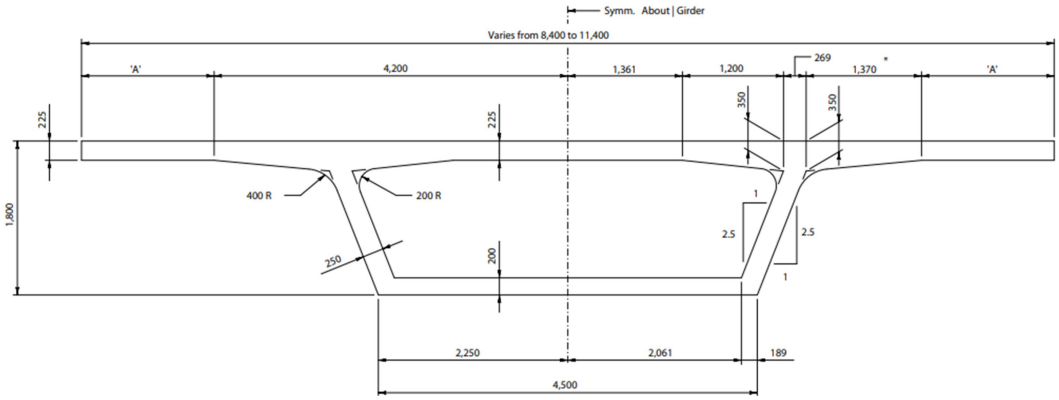
2.4.2 Perancangan oleh Fauzi (2018)

Tugas akhir yang dilakukan oleh saudara Fauzi (2018) yang berjudul *"Perancangan Struktur Atas Jembatan Gelagar Box girder Bentang 40 meter berdasarkan AASHTO-PCI-ASBI"*, memiliki struktur penampang yang serupa dengan tugas akhir ini yaitu menggunakan gelagar dengan penampang *box girder* beton prategang dan bentang dengan panjang 40 meter, serupa dengan perancangan pada tugas akhir ini.

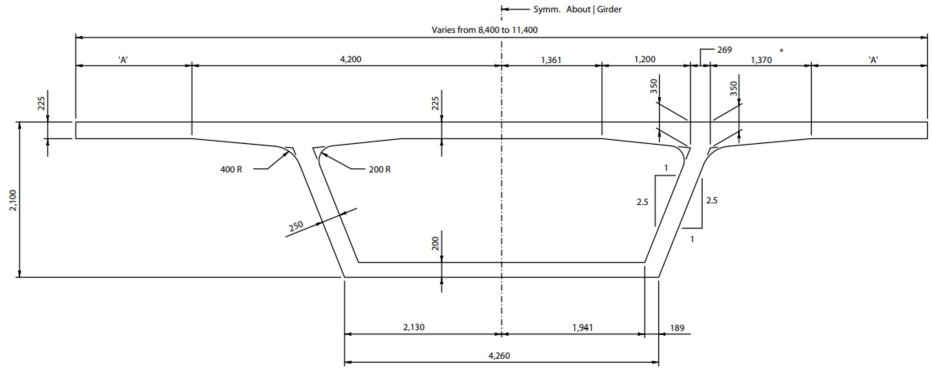
1. Data Jembatan

Nama jembatan	:	*Flyover* Kalibanteng Semarang
Lokasi jembatan	:	Gisikdrono, Semarang, Jawa Tengah 6˚59'4" LS ; 110˚23'1" BT
Sistem	:	Prategang pasca-tarik
Panjang bentang total	:	720 meter
Jumlah bentang	:	18 bentang (masing-masing 40 meter)
Panjang segmen tinjuan	:	40 meter (*simple beam*)
Lebar *box girder* beton	:	8,4 meter
Lebar jalur	:	7,5 meter
Jumlah lajur	:	2 lajur 1 arah
Tebal perkerasan	:	0,1 meter
Mutu Beton, f_c'	:	40 MPa
Baja Prategang	:	*Low relaxation 7-wire Super Strands (ASTM A-416 Grade 270)*, dengan diameter = 15,2 m
f_{pu}	:	1860 MPa
f_{py}	:	1674 MPa
Penampang	:	*Box girder* beton pracetak AASHTO PCI-ASBI, dengan variasi tinggi penampang sebagai berikut : 1800 mm, 2100 mm, dan 2400 mm. (Gambar 2.4)

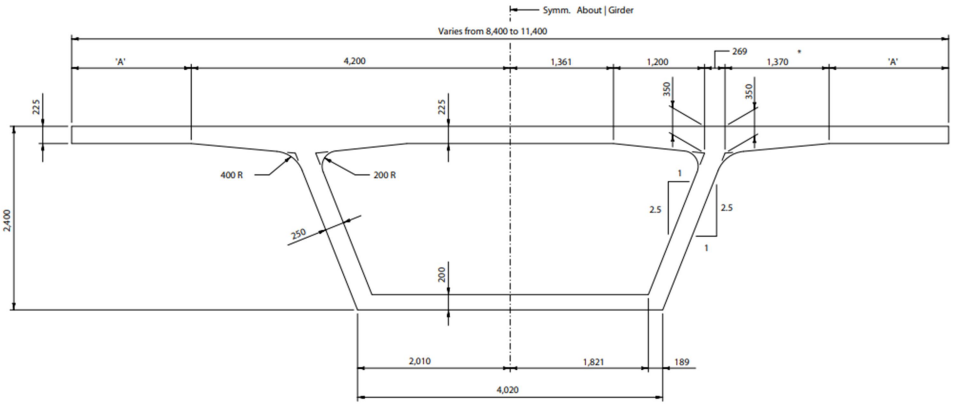
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. 4. Penampang *box girder AASHTO-PCI ASBI* (a) 1800 ; (b) 2100 ; (c) 2400 (*AASHTO-PCI-ASBI*)

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2. Hasil Perancangan

Hasil dari perancangan ulang dalam tugas akhir saudara Fauzi (2018) sebagai berikut :

a. Analisis Prategang

Dalam tugas akhir saudara Fauzi (2018), didapat nilai-nilai gaya prategang, jumlah strands yang digunakan, serta nilai kehilangan prategang yang terjadi sebagai berikut :

Gaya prategang inisial, Pi = 34633,2 kN
Kehilangan prategang, LOP = 20,81%
Jumlah *strands* yang digunakan, ns = 190 *strands*

b. Gaya dalam yang dialami struktur

Tabel 2. 7. Gaya dalam yang dialami struktur pada tugas akhir saudara Fauzi (2018)

Gaya Dalam	1800 mm	2100 mm	2400 mm
Momen lentur maksimum (kNm)	37516	35853	32298
Gaya geser maksimum (kN)	6339	6123	5867
Momen puntir maksimum (kNm)	745		

c. Nilai gaya prategang dan kehilangan gaya prategang

Tabel 2. 8. Nilai gaya prategang dan kehilangan gaya prategang pada tugas akhir saudara Fauzi (2018)

Kategori	1800 mm	2100 mm	2400 mm
Gaya prategang awal (kN)	40102	34633	32810
Kehilangan gaya prategang (%)	18,32	20,81	23,14
Gaya prategang efektif (kN)	32755	27426	25218

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG H.O.S. COKROAMINOTO, YOGYAKARTA DENGAN BOX GIRDER BETON PRATEGANG
MANDA KOESKADITYA, Dr.Ing. Ir. Djoko Sulistyo
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

d. Kapasitas struktur atas jalan layang

Tabel 2. 9. Kapasitas struktur pada tugas akhir Fauzi (2018)

Kapasitas Struktur	1800 mm	2100 mm	2400 mm
Momen lentur tanpa tulangan non-prategang terbesar (kNm)	56559	60223	68041
Momen lentur dengan tulangan non-prategang terbesar (kNm)	56650	60295	68120
Gaya geser terbesar (kN)	6567	6661	7624
Treshold puntir terbesar (kNm)	5122	5614	6460