

PERBANDINGAN PERENCANAAN JEMBATAN TO'KANNA NANGGALA MENGGUNAKAN BOX CULVERT DAN GELAGAR PROFIL BAJA

Parea Rusan Rangan¹, Hernita Matana²

¹)pareausanrangan68@gmail.com, ²)hernita_nink@ymail.com

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja

ABSTRAK

Jembatan sebagai salah satu prasarana transportasi bagi pergerakan lalu lintas yang sangat strategis. Jembatan adalah suatu konstruksi yang dibangun sebagai jalur transportasi yang digunakan sebagai penghubung karena adanya rintangan seperti sungai, danau, rawa, maupun rintangan lainnya. Jika jembatan berada diatas jalan lalu lintas biasa maka dinamakan Viaduct.

Metode perencanaan yang digunakan dalam Perbandingan Perencanaan Jembatan To'kanna Dengan Menggunakan Box Culvert dan Gelagar Profil Baja adalah sebagai berikut : Metode pembebanan untuk perencanaan jembatan box culvert, Metode luas dan kecepatan untuk menghitung debit aliran sungai, Metode gumbel untuk perhitungan curah hujan maksimum, Metode rasional menghitung debit banjir rencana dan Metode LRFD (Load And Resistance Factor Design) adalah suatu metode dalam perencanaan jembatan yang memperhitungkan faktor beban dan faktor ketahanan material.

Dari hasil analisa, dapat disimpulkan perencanaan perbandingan antara box culvert dengan struktur gelagar profil baja adalah untuk box culvert didapatkan nilai hasil pembebanan Tulangan Arah X $R_n < R_{max}$ ($6,859 < 6,929$) dan Tulangan Arah Y $R_n < R_{max}$ ($6,859 < 6,929$) dikatakan aman karena telah memenuhi syarat sedangkan Perbandingan perencanaan defleksi dari hasil analisa gelagar profil baja didapatkan nilai hasil balok anak = $20,367 \text{ mm} \leq 27,778 \text{ mm}$ dan nilai hasil balok induk = $5,574 \text{ mm} \leq 27,778$ dikatakan aman karena telah memenuhi syarat lendutan

Kata Kunci : Perbandingan perencanaan jembatan, Box Culvert Dan Gelagar Profil Baja

ABSTRACT

The bridge is one of the strategic transportation infrastructure for traffic movement. A bridge is a general term for a construction that is built as a transportation route that crosses rivers, lakes, swamps, or other obstacles. If the bridge is above an ordinary traffic road it is called a Viaduct.

The planning method used in the Comparison of To'kanna Bridge Planning Using Box Culvert and Steel Profile Girders are as follows: Load method for box culvert bridge planning, Area and velocity method for calculating river flow discharge, Gumbel method for calculating maximum rainfall, Method rational calculating the flood discharge plan and the LRFD (Load And Resistance Factor Design) method is a method in bridge planning that takes into account the load factor and the material resistance factor.

From the analysis, it can be concluded that the comparison planning between box culvert and steel profile girder structure is for box culvert, it is obtained that the value of the reinforcement load of X $R_n < R_{max}$ ($6,859 < 6,929$) and Y $R_n < R_{max}$ ($6,859 < 6,929$) is said to be safe because has fulfilled the requirements while the comparison of deflection planning from the results of the analysis of the steel profile girder obtained the yield value of the beam = $20,367 \text{ mm} \leq 27,778 \text{ mm}$ and the yield value of the main beam = $5,574 \text{ mm} \leq 27,778$ said to be safe because it has met the deflection requirements

Keywords : Comparison of bridge planning, Box Culvert and Steel Profile Girders

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan sebagai salah satu prasarana transportasi bagi pergerakan lalu lintas yang sangat strategis. Jembatan adalah suatu konstruksi yang dibangun sebagai jalur transportasi yang digunakan sebagai penghubung karena adanya rintangan seperti sungai, danau, rawa, maupun rintangan lainnya.

Penelitian Hutomo Putra, Turangan A. E., Jack H. Ticoth (2018) tentang Perencanaan Pembangunan Box Culvert Pada Citra Land Baru Dengan Aplikasi Staad Pro, Hasil dari perencanaan Box Culvert diperoleh yaitu dimensi Box Culvert sepanjang 20 m dengan lebar 4 m dan tinggi 4 m. Ukuran kolom yang digunakan 50 cm x 50 cm dengan balok 40 cm x 30 cm dan tebal plat 50 cm, dengan menggunakan kuat tekan beton 17 MPa dan tegangan leleh baja untuk tulangan lebih besar dari 12 mm sebesar 320 Mpa dan untuk tulangan lebih kecil dari 12 mm sebesar 240 MPa. Sehingga *Box Culvert* yang direncanakan mampu menahan beban-beban yang bekerja seperti beban akibat gempa statik, beban adanya perumahan, beban karena tekanan tanah dan beban karena adanya kendaraan yang akan melewati *Box Culvert* contohnya truk. Salah contoh perencanaan Jembatan yaitu Perencanaan Jembatan Beton Sungai Mappajang menggunakan Beton Prategang (Rangan Parea, 2019)

Jembatan To'Kana yang terletak di Jl. Poros Rantepao - Palopo, Nanggala Sampiak Salu, Kabupaten Toraja Utara, Sulawesi Selatan akan direncanakan struktur jembatan dengan panjang 10 m dan lebar jembatan di rencanakan 11 m dengan menggunakan Box Culvert dan Gelagar Profil Baja. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui perhitungan pembebanan pada struktur jembatan dengan menggunakan *Box Culvert* dan gelagar profil baja, dan untuk mengetahui perbandingan kekuatan menahan beban pada jembatan dengan menggunakan struktur baja dan *Box Culvert*.

ntuk mengetahui perhitungan perhitungan hidrologi untuk lebar penampang sungai yang ideal.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Defenisi Jembatan

Jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan karena adanya rintangan seperti sungai, saluran air, atau lembah atau jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya. Dalam perencanaan dan

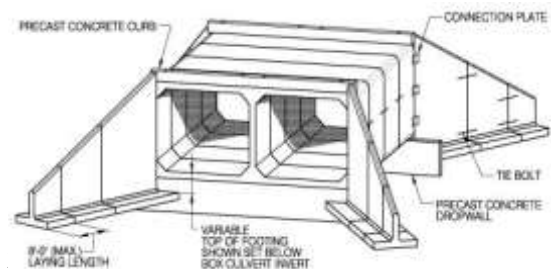
perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, syarat teknis dan estetika-arsitekural yang meliputi aspek lalu lintas, aspek teknis, aspek estetika.

Struktur jembatan adalah kesatuan di antara elemen - elemen konstruksi yang dirancang dari bahan - bahan konstruksi, serta mempunyai fungsi menerima beban yang berada di atasnya baik berupa beban primer, sekunder, khusus dan lain sebagainya yang kemudian diteruskan hingga ke tanah dasar. Menurut Ariestadi 2008, Struktur jembatan dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu struktur bangunan atas jembatan (*Superstruktur*) yang terdiri dari gelagar, lantai, *bracings*, perletakan dan rangka utama serta struktur bangunan bawah jembatan (*Substruktur*) yang terdiri dari pier atau pendukung bagian tengah, kolom, kaki pondasi (*footing*), tiang pondasi dan abutment.

2.2. Pengertian Box Culvert

Box Culvert sering disebut dengan gorong-gorong beton yang digunakan untuk konstruksi saluran air dan merupakan salah satu jenis beton pracetak yang sudah ditentukan ukurannya, berbentuk persegi atau kotak, bahkan ada yang berbentuk trapesium atau berbentuk bulat tergantung dengan kebutuhan proyek yang akan dibangun.

Box culvert dalam dunia konstruksi sendiri terutama yang sistemnya tertanam disebut sebagai saluran drainase atau gorong-gorong beton.



Manfaat dan fungsi Box Culvert :

1. Material Konstruksi Bawah Tanah

Box culvert dapat digunakan sebagai saluran air atau drainase juga dapat digunakan pada pembangunan terowongan bawah tanah, gorong-gorong kereta api, dan jembatan. Penggunaan box culvert harus diperhatikan terutama untuk konstruksi yang lebih pendek seperti konstruksi pembuatan jembatan dan terowongan yang ukurannya tidak terlalu panjang.

2. Kedap Air Tanah

Box Culvert digunakan untuk konstruksi bawah tanah terutama untuk saluran air karena mempunyai sifat yang kedap terhadap air tanah. *Box Culvert* memiliki dua jenis sambungan yaitu sambungan spigot dan sambungan soket yang memiliki fungsi menjaga posisi dari box culvert agar setiap sisinya tetap menyatu dan tidak terpengaruh atas pergeseran tanah.

3. Mempercepat Proses Konstruksi Pembangunan

Menggunakan *Box Culvert* sebagai material dalam pembangunan akan sangat mempercepat proses konstruksi secara keseluruhan karena pemasangan dari *Box Culvert* ini cukup mudah, cepat dan tidak membutuhkan waktu yang lama. Tidak seperti proses pengecoran box yang dilakukan secara manual yang tentunya akan sangat memakan waktu dan juga dapat mengganggu lingkungan sekitar konstruksi pembangunan tersebut.

2.3. Pengertian Baja

Menurut Spiegel dan Limbrunner 1991, baja konstruksi adalah *alloy steel* (baja paduan), yang pada umumnya mengandung lebih dari 98% besi dan biasanya kurang dari 1 % karbon. Baja struktur banyak digunakan dalam pembuatan bangunan seperti gedung, pabrik, jembatan dan lain-lain. Baja adalah suatu bahan homogen yang terdiri dari campuran ferrum (Fe) dan karbon (C). besarnya unsur karbon adalah 0,04 – 1,6%.

Jenis – Jenis Baja

Menurut SNI 2002, baja struktur dapat dibedakan berdasarkan kekuatannya menjadi beberapa jenis, yaitu BJ 34, BJ 37, BJ 41, BJ 50, dan BJ 55. Besarnya tegangan leleh (fy) dan tegangan ultimit (fu) berbagai jenis baja struktur sesuai dengan SNI 2002 berikut :

Tabel 1. Kuat tarik batas dan tegangan leleh

Jenis Baja	Kuat Tarik Batas (fu) Mpa	Tegangan Leleh (fy) MPa
Bj 34	340	210
Bj 37	370	240
Bj 41	410	250
Bj 50	500	290
Bj 55	550	410

Sumber : SNI 03-1729-2002 Tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja)

2.4 Analisa Data Jembatan

Pada perencanaan jembatan diperlukan beberapa analisa terhadap aspek – aspek yang berkaitan. Hal ini bertujuan agar diperoleh struktur jembatan yang efektif dan efisien serta dapat mengoptimalkan suatu fungsi jembatan tanpa mengesampingkan faktor lainnya (*Supriyadi dan Muntohar 2007*). Data – data yang diperoleh langsung diolah atau dianalisa untuk menentukan tipe, bentang, lebar jembatan dan bangunan penunjang lainnya. Dalam merencanakan suatu jembatan, ada beberapa analisa yang berpengaruh yang perlu ditinjau, yaitu:

2.5 Analisa Data Lalu Lintas

Persyaratan transportasi meliputi kelancaran arus lalu lintas kendaraan dan pejalan kaki yang melintasi jembatan tersebut. Perencanaan yang kurang tepat terhadap kapasitas lalu lintas perlu dihindarkan karena akan sangat mempengaruhi lebar jembatan. Untuk itu sangatlah penting diperoleh hasil yang optimum dalam perencanaan lebar optimumnya agar didapatkan tingkat pelayanan lalu lintas yang maksimum. Mengingat jembatan akan melayani arus lalu lintas dari segala arah, maka muncul kompleksitas terhadap existing dan rencana, volume lalu lintas, oleh karenanya sangat diperlukan ketetapan dalam penentuan

3. METODOLOGI PENELITIAN

Data Teknis

Perencanaan jembatan ini menggunakan konstruksi balok profil baja dengan bentangan 10 m dengan lebar 11 m (jembatan pelat beton bertulang 20 cm). Dalam perencanaan struktur rangka batang ini, jenis profil baja yang digunakan adalah :

- Railing jembatan menggunakan railing beton 15/15 dengan pipa beronggo D 10cm, tinggi tiang railing 1m
- Permukaan pelat menggunakan aspal 5cm
- Analisa pembebanan pada jembatan (beban hidup dan beban mati)
- Gambar potongan melintang balok jembatan tersebut, (autocad skalatis)

Data jembatan yang direncanakan :

Tiang railing : beton ukuran (15 x 15) cm

Railing : pipa besi berongga ϕ 10 cm, tebal 4 mm

Tebal aspal : 5 cm = 0,5 m

Tebal plat : 20 cm = 0.2 m

Berat jenis beton bertulang : 2.400 kg/m³

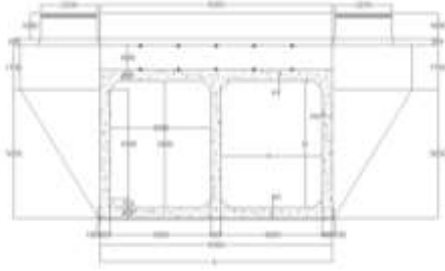
Beras jenis aspal : 2.240 kg/m³

Berat jenis air hujan : 1000 kg/m³

Berat jenis pipa baja : 7850 kg/m³

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Perhitungan Box Culvert



Gambar 2. Box culvert dalam satuan (mm)

Tabel 2. Kombinasi Beban Ultimate

No	Jenis beban	Faktor	Komb beban
1	Berat sendiri (MS)	83	✓
2	Beban mati tambahan (MA)	465	✓
3	Beban lajur	10,04	✓

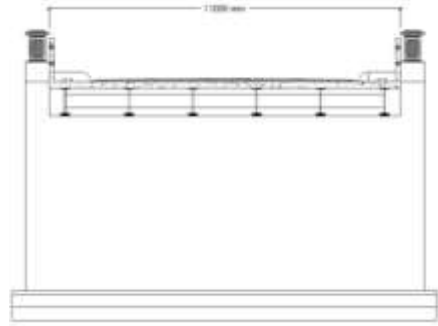
Tabel 3. Kombinasi Momen Ultimate

Kombinasi Momen Ultimate				Komb
No	Jenis Beban	Factor Beban	M (kNm)	Mu (kNm)
1	Berat sendiri (MS)	1,30	878,14	1141.5
2	Beban mati tambahan (MA)	1,30	465	604.5
3	Beban lajur "D" (TD/TT)	1,00	10,04	10.04
				1756.04

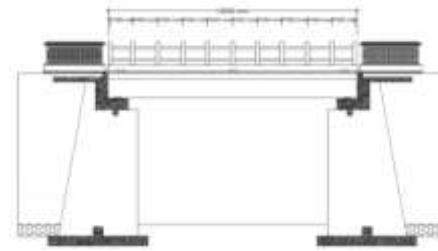
Tabel 4. Kombinasi Gaya Geser Ultimate

Kombinasi Gaya Geser Ultimate				Komb
No	Jenis Beban	Factor Beban	V (kNm)	Vu (kNm)
1	Berat sendiri (MS)	1.30	377,2	490.36
2	Beban mati tambahan (MA)	1.30	465	604.5
3	Beban lajur "D" (TD/TT)	1.00	4,628	6.0164
				1100.9

b. Perencanaan Struktur Jembatan Gelagar Profil Baja



Gambar 3. Tampak Depan Gelagar Profil Baja

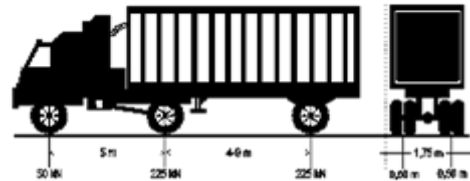


Gambar 4. Tampak Samping Jembatan Gelagar Profil Baja

Analisa pembebanan

A. Beban hidup

1. Pejalan kaki diasumsikan 1000 kg/m²
2. Berat penampang air hujan 11.000 kg
3. Berat kendaraan



Gambar 5. Beban Truk "T"

Truk T

- Berat kosong = 7,2 ton = 7200 kg
- Berat isi = 15 ton = 15000 kg

Untuk berat bentangan 10

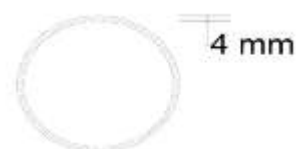
$$\text{meter} = \frac{15000\text{kg}}{10\text{m}} = 1.500 \text{ kg/m}$$

4. Total berat beban hidup 3.600 kg/m

B. Beban mati

- a. Berat tiang reiling 1.080 kg

Reiling



Gambar 6. Reiling

- Berat Reiling = 314 kg
- Berat Aspal = 10.080 kg
- Berat Plat = 66.000 kg
- Berat Trotoar = 14.400 kg
- Berat total untuk beban mati = 9.147,4 kg/m

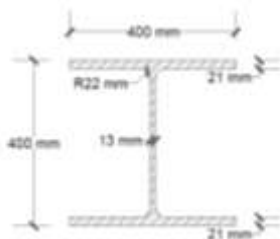
Distribusi beban balok induk dan balok anak

A. Balok anak



Gambar 7. Desain Balok Anak

1. Analisis pembebanan
 Beban terfaktor terencana (q_u) = 2.789.472 kg/m, momen terfaktor terencana (M_u) = 421.907 kN m, Gaya geser terfaktor terencana (V_u) = 153,421 KN
2. Digunakan profil 400 x 400
 $d = 400$, $bf = 400$, $tw = 13$, $tf = 21$, $r = 22$, $A = 84,12$, $w = 66,03$, $I_x = 66600$, $I_y = 22400$, $i_x = 17,45$, $i_y = 10,12$, $h_2 = 314$, $Z_x = 3600$, $Z_y = 1695$



Gambar 8. Desain Profil Baja WF 400-400

3. Cek kelangsingan pelat, pelat sayap $9,523 \leq 9,9$ (aman), plat badan $24,154 < 96,851$ (aman)
4. Cek kekompakan terhadap tekuk geser

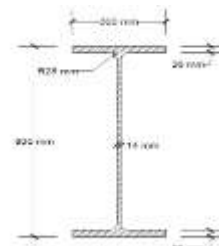
Kelangsungan geser $24,154 \leq 204,264$ (aman), Kekuatan geser $464,1624 \text{ KN} \geq 153,421 \text{ KN}$ (aman), Kekuatan lentur $923,244 \text{ kN/m} \geq 421.907 \text{ kN/m}$ (aman), Defleksi $20.367 \text{ mm} \leq 27,778 \text{ mm}$ (aman)

B. Balok induk



Gambar 9. Desain Balok Induk

1. Analisis pembebanan
 Beban terfaktor terencana (q_u) = 3.347,376 kg/m, momen terfaktor terencana (M_u) = 418,422 kN m, Gaya geser terfaktor terencana (V_u) = 184,10568KN
2. Digunakan profil 800 x 300
 $d = 800$, $bf = 300$, $tw = 14$, $tf = 26$, $r = 28$, $A = 267,40$, $w = 209,91$, $I_x = 292000$, $I_y = 11700$, $i_x = 33,05$, $i_y = 6,61$, $h_2 = 692$, $Z_x = 7995$, $Z_y = 1207$



Gambar 10. Desain Profil Baja WF 800-300

3. Cek kelangsingan pelat, pelat sayap $5,769 \leq 9,982$ (aman), plat badan $49,429 \leq 96,851$ (aman)
4. Cek kekompakan terhadap tekuk geser

Kelangsungan geser $49,429 < 204,264$ (aman), Kekuatan geser $1280,3616 \text{ KN} \geq 184,10568 \text{ KN}$ (aman), Kekuatan lentur $619,788 \text{ kN/m} \geq 418,422 \text{ kN/m}$ (aman), Defleksi $5.574 \text{ mm} \leq 27,778 \text{ mm}$ (aman)

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisa diatas, dapat disimpulkan perencanaan perbandingan antara *Box Culvert* dengan struktur gelagar profil baja adalah untuk box culvert didapatkan nilai hasil pembebanan Tulangan Arah X $R_n < R_{max}$ ($6,859 < 6,929$) dan Tulangan Arah Y $R_n < R_{max}$ ($6,859 < 6,929$) dikatakan aman karena telah memenuhi syarat sedangkan Perbandingan perencanaan defleksi dari hasil analisa gelagar profil baja didapatkan nilai hasil balok anak = $20.367 \text{ mm} \leq 27,778 \text{ mm}$ dan nilai hasil balok induk = $5.574 \text{ mm} \leq 27,778$ dikatakan aman karena telah memenuhi syarat lendutan

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyadi, R.P., 2016, Box Culvert, [Online]. Website : <https://id.scribd.com/document/369149768/makala-box-culvert>. [diakses tanggal 11-04-2018]
- Arman Setiawan 2020, Perhitungan Beberapa Type Box Culvert Berdasarkan Standar Pembebanan Rsn-T02-2005, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar
- Ahmad Amanu Surya Soemakarya Dan Ir.Besman Surbakti, M.T 2017, Perencanaan Struktur Baja Pada Bangunan Refinery Dan Fraksinasi Sembilan Lantai, Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara
- Badan pengatur jalan tol, 2018 Tujuan dan manfaat [oline]website : [https://bpjt.pu.go.id./](https://bpjt.pu.go.id/)[diakses] tanggal 03-04-2018].
- Bina marga ,1997, Tatacara perencanaan geometrik jalan antar kota No.038/TBM/1997,Depertemen pekerjaan Umum direktorat jendral bina maraga,Jakarta.
- Bina maraga 2009,Geometrik jalan bebas hambatan untuk jalan umun No,007/BM/2009,Depertemen pekerjaan umum .
- Bisa F,2014 pengertian dan klasifikasi Timbunan, [online] Website : [https://www.kumpulugineer.com/204/09/penegertian dan klasifikasi – timbunan .html](https://www.kumpulugineer.com/204/09/penegertian%20dan%20klasifikasi%20timbunan.html)[diakses] tanggal 09-04-2018]
- Budiman, Heri Khoeril 2017, Studi Komparasi Struktur Baja Menggunakan Profil Wf Terhadap Profil Hss Pada Kolom Struktur, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta
- Caya,y.,2016 jurnal infrsastruktur Vol,1 No 02 Agustus 2016 kementerian pekerjaan Umum dan perumahan Rakyat
- Gerry J. J. Pokay, Ariestides K. T. Dundu, Mochtar Sibi 2020, Metode Pelaksanaan Konstruksi Pekerjaan Bagian Bawah Jembatan Lalow Kabupaten Bolaang Mongondow Provinsi Sulawesi Utara, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado
- Hutomo Putra, Turangan A. E., Jack H. Ticoh 2018, Perencanaan Pembangunan Box Culvert Pada Citra Land Baru Dengan Aplikasi Staad Pro, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado
- Husnah, Novreta Ersy Darfia, Fauzul Hidayat 2019, Analisis Struktur Rangka Baja Ringan Dan Baja Berat Dengan Aplikasi Bricscad, Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Abdurrah
- Jasa Marga,1999, Pedoman perencanaan Bangunan Fasilitas Tol, Devisi perencanaan PT Jasa Marga, Jakarta
- Nidiasari, Jati Sunaryati, Eem Ikhsan 2014, Perilaku Struktur Baja Tipe Mrf Dengan Beban Lateral Berdasarkan Sni 1726-2012 Dan Metode Performance Based Plastic Design (Pbpd) Metode Performance Based Plastic Design (Pbpd), Jurnal Teknik Sipil Atmajaya
- Pasibaru A.P.2009, Faktor penyebab Terjadinya Klaim yang mempengaruhi Kinerja waktu Proyek konstruksi jalan .
- Putri,A,2016, Proyek pembangunan jalan ruas bawen –solo,Jembatan 3.1 Bawen – polosiri,Laporan Praktik kerja .Teknik sipil
- Rangan, P. R. (2019). Perencanaan Jembatan Sungai Mappajang Dengan Jembatan Beton Prategang. *Journal Dynamic Saint*, 4(1),782–787. <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v4i1.692>
- Ridwan Dwi Ansyah, Haryo Koco Buwono 2016, Perilaku Bangunan Struktur Baja Terhadap Beban Gempa Menggunakan Data Tanah

Dari Hasil Uji Cpt, Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Jakarta