

JURNAL DEFORMASI

Pelindung

Muhammad Firdaus

Pengarah

M. Saleh Al Amin

Adiguna

Aan Sefentry

Pimpinan Editorial

Amiwarti

Dewan Editorial

K. Oejang Oemar (Univ. PGRI)

Khadavi (Univ. Bung Hatta)

Irma Sepriyana (STT. PLN Jakarta)

Ramadhani (Univ. IBA)

Syahril Azhari (Univ. PGRI)

Herri Purwanto (Univ. PGRI)

Agus Setiobudi (Univ. PGRI)

Staff Editor

Endang Kurniawan

Teddy Irawan

Lisda Ariani

Alamat Redaksi :

Program Studi Teknik Sipil Universitas PGRI Palembang

Jalan Jend. A. Yani Lorong Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang Sumatera Selatan

Telp. 0711-510043 Fax. 0711-514782 e-mail : Def_15SIPIL@yahoo.com

JURNAL DEFORMASI

Volume 2, Nomor 1, Januari 2017 – Juni 2017

DAFTAR ISI

Artikel Penelitian

Halaman

1. Analisis Kuantitas Hari Kerja Perencanaan Drainas Proyek PLTU Kabupaten Muaraenim. *Amiwarti*, 1-6
2. Pengujian Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Type Fc'50 (Kelas Aa) Untuk Girder Jembatan Di Tol Palembang-Indralaya (Palindra) *Agus Setiobudi*..... 7-25
3. Analisis Efisiensi Konstruksi Rangka Atap Baja Ringan, *Herri Purwanto* 26-36
4. Analisa Tarikan Pergerakan Lalu Lintas Sebelum dan Sesudah Pembangunan Underpass Simpang Patal Palembang, *Beni Yusuf Hendrawan, Revianty Nurmeyliandari*..... 37-43
5. Metode Pengaturan dan Analisa Parkir di Pusat Perbelanjaan Dika Shopping Center Palembang. *Ramadhani & Heryadi* 44-49
6. Pengaruh Permeabilitas Terhadap Percepatan Infiltrasi, *Reffanda Kurniawan, Revita Sari* 50-60

Petunjuk Untuk Penulis

A. Naskah

Naskah yang di ajukan oleh penulis harus diketik dengan komputer menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar, menyertakan 1 (satu) soft copy dalam bentuk CD memakai program microsoft word dan ukuran kertas A4, jarak 1,15 spasi, menggunakan huruf Time New Roman dengan mencantumkan nomor HP/Telepon dan alamat e-mail.

Naskah yang diajukan oleh penulis merupakan naskah asli yang belum pernah diterbitkan maupun sedang dalam proses pengajuan ditempat lain untuk diterbitkan, dan diajukan minimal 1 (satu) bulan sebelum penerbitan.

B. Format Penulisan Artikel

Judul

Judul ditulis dengan huruf besar, nama penulis tanpa gelar, mencantumkan instansi asal, e-mail dan ditulis dengan huruf kecil.

Abstrak

Abstrak ditulis dalam bahasa Indonesia antara 100-250 kata, dan berisi pernyataan yang terdapat dalam isi tulisan, menyatakan tujuan dari penelitian, prosedur dasar (pemilihan objek yang diteliti, metode pengamatan dan analisis), ringkasan isi dan kesimpulan dari naskah menggunakan huruf Time New Roman 10, spasi tunggal.

Kata Kunci

Minimal 3(Tiga) kata kunci ditulis dalam bahasa Indonesia

Isi Naskah

Naskah hasil penelitian dibagi dalam 5 (lima) sub judul, Pendahuluan, Metode Penelitian, Hasil, Pembahasan dan Kesimpulan. Penulis menggunakan standar Internasional (misal untuk satuan tidak menggunakan feet tetapi meter, menggunakan terminalogi dan simbol diakui international (Contoh hambatan menggunakan simbol R). Bila satuan diluar standar SI dibuat dalam kurung (misal = 1 Feet (m)). Tidak menulis singkatan atau angka pada awal kalimat, tetapi ditulis dengan huruf secara lengkap, Angka yang dilanjutkan dengan simbol ditulis dengan angka Arab, misal 3 cm, 4 kg. Penulis harus secara jelas menunjukkan rujukan dan sumber rujukan secara jelas.

Daftar Pustaka

Rujukan / Daftar pustaka ditulis dalam urutan angka, tidak menurut alpabet, dengan ketentuan seperti dicontohkan sbb :

1. Standar Internasional :
IEC 60287-1-1 ed2.0; Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1 – 1 : Current rating equations (100% load factor) and calculation of losses – General. Copyright © International Electrotechnical Commission (IEC) Geneva, Switzerland, www.iec.ch, 2006
2. Buku dan Publikasi :
George J Anders; Rating of Electric Power Cables in Unfavorable Thermal Environment. IEEE Press, 445 Hoes Lane, Piscataway, NJ 08854, ISBN 0-471- 67909-7, 2005.
3. Internet :
Electropedia; The World’s Online Electrotechnical Vocabulary.
<http://www.electropedia.org>, diakses 15 Maret, 2011.

Setiap pustaka harus dimasukkan dalam tulisan. Tabel dan gambar dibuat sesederhana mungkin. Kutipan pustaka harus diikuti dengan nama pengarang, tahun publikasi dan halaman kutipan yang diambil. Kutipan yang lebih dari 4 baris, diketik dengan spasi tunggal tanpa tanda petik.



PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI TYPE FC'50 (KELAS AA) UNTUK GIRDER JEMBATAN DI TOL PALEMBANG INDRALAYA (PALINDRA)

Agus Setiobudi

Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang

e-mail : setiobudi808@gmail.com

ABSTRAK

Pada saat ini Provinsi Sumatera Selatan dikenal memiliki kekayaan alam yang sangat berlimpah. Kekayaan alam yang banyak ditemukan adalah pasir, agregat dan teras, dimana ketiga bahan alam tersebut ini apabila dipadukan dengan semen yang berfungsi sebagai perekat akan menjadi bahan dasar alami yang cocok digunakan sebagai campuran beton mutu tinggi. Bahan bahan ini dapat ditemukan dalam jumlah yang banyak dan relatif murah dan dapat langsung digunakan sebagai bahan dasar pembentuk beton mutu tinggi.

Penelitian dilaksanakan untuk mendapatkan sifat karakteristik dari material pembentuk beton mutu tinggi yang nantinya merupakan dasar untuk komposisi job mix formula beton type Fc'50 (Kelas AA) yang merupakan komposisi beton penyusun girder untuk jembatan-jembatan di Tol Palembang Indralaya (Palindra) yang sedang dilaksanakan pembangunan tahun 2016 dan 2017 ini. Setelah komposisi campuran beton mutu tinggi diperoleh, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap nilai kuat tekan beton mutu tinggi. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan menghasilkan grafik hubungan antara variasi umur beton terhadap nilai kuat tekan beton, tren menunjukkan bahwa semakin lama umur beton mutu tinggi terjadi peningkatan kuat tekan beton, dimana kuat tekan maksimum terjadi pada umur beton 1, 3, 7, 21 dan 28 hari.

Hasil penelitian dimana benda uji umur 1 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 27,11 Mpa berarti telah mencapai 54,22%, benda uji umur 3 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 40,09 Mpa berarti telah mencapai 80,18%, benda uji umur 7 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 45,35 Mpa berarti telah mencapai 90,70%, benda uji umur 21 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 56,07 Mpa berarti telah mencapai 112,15% dan benda uji umur 28 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 65,77 Mpa berarti telah mencapai 131,54%.

Kata Kunci : *Beton Mutu Tinggi, Girder dan Kuat Tekan Beton*

PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi darat yang memegang peranan penting dalam sektor perhubungan terutama untuk menunjang pertumbuhan ekonomi dan mengembangkan potensi daerah. Keberadaan jalan tol, khususnya, merupakan faktor

penunjang dalam proses pertumbuhan dan pemerataan ekonomi di daerah. Pengembangan jalan tol dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi, pemerataan pembangunan, dan sebagai pemicu pengembangan wilayah karena dipengaruhi oleh aksesibilitas yang tinggi dan penghematan biaya perjalanan bagi pelaku pergerakan. Peranan keberadaan jalan tol dalam aspek ekonomi yaitu memberi kemudahan akses distribusi barang dan jasa sehingga dapat segera sampai kepada konsumen. Daerah-daerah yang memiliki akses jalan tol antar kota terbukti memiliki pertumbuhan ekonomi yang lebih cepat dibandingkan daerah-daerah yang belum tersentuh prasarana transportasi darat ini. Pembangunan jalan tol sangat diperlukan karena melihat pertimbangan-pertimbangan antara lain adalah biaya operasi waktu kendaraan yang berhenti, berjalan, atau bergerak dengan kecepatan yang sangat rendah akibat terbaurnya peranan jalan, kenyamanan, perjalanan, serta waktu perjalanan. Sehingga pada umumnya pelaku pergerakan beranggapan bahwa pembangunan jalan tol sangat menguntungkan karena dapat menjadi alternatif pilihan prasarana jalan selain dari jalan umum utama yang ada sekarang. (<http://www.radar-palembang.com/tol-palindra-dimulai> yang diakses tanggal 4 Februari 2017).

Salah satu tujuan pemerintah dalam mengembangkan jalan tol adalah untuk mengurangi tingkat kemacetan lalu lintas di jalan yang ada saat ini. Pembangunan jalan tol ruas Kota Palembang-Indralaya merupakan salah satu bagian dari paket empat ruas tol Trans-Sumatera yang dipercepat pembangunannya. Dari total jalan tol Trans-Sumatera, jalan tol ruas Kota Palembang-Indralaya mengambil bagian sepanjang 22 Kilometer. Jalan tol Palembang-Indralaya diharapkan dapat menggerakkan roda perekonomian, selain itu juga diharapkan dapat mengurai kemacetan yang kini melanda ruas jalan di Kota Palembang-Kecamatan Indralaya. Kemacetan lalu lintas masih sangat sering terjadi pada jalan jurusan Palembang-Indralaya tersebut. Selain kemacetan, kecelakaan juga tidak jarang terjadi pada ruas jalan ini. Kendaraan besar diatas kapasitas tonase mendominasi jalan dan saling beradu kecepatan meningkatkan resiko terjadinya kecelakaan.

Dari data kecelakaan pada jalan Palembang-Indralaya terjadi peningkatan baik dari jumlah kecelakaan dan juga jumlah korban terlihat pada tahun 2014 sampai dengan tahun 2016, sebanyak 67,5% kecelakaan memakan korban jiwa, 22,5% kecelakaan mengalami luka berat dan 7% kecelakaan mengalami luka ringan. Khusus volume lalu lintas pada kota Palembangmenuju Indralaya 2 arah untuk kapasitas lalu lintas telah mencapai 19.900 kend/2 arah/hari, sedangkan untuk tingkat pertumbuhan pertahun lalu lintas kendaraan di Provinsi Sumatera Selatan mencapai 6.92% ,maka dari itu pada penelitian ini dilakukan kajian analisa finansial untuk mengetahui layak atau tidak jalan tol tersebut untuk dilaksanakan pada saat ini. (<https://www.scribd.com/doc/57980054/1-Analisa-Finansial-Rencana-Pembangunan-Jalan-Tol-Palembang-Indralaya> diakses tanggal 6 Februari 2017).

Di dalam RADAR PALEMBANG – Ruas tol Palembang-Indralaya (Palindra) yang merupakan bagian dari tol trans Sumatra pembangunannya resmi dimulai. Ini ditandai dengan pemancangan tiang (*ground breaking*) yang dilakukan Presiden RI Joko Widodo, Kamis (30/4). Pada memberikan batas waktu enam bulan kepada pemerintah provinsi dan Kabupaten OI untuk merampungkan lahan yang dipakai pembuatan jalan tol. Kedatangan orang nomor

satu di Negara disambut ratusan anak sekolah di Kabupaten Ogan Ilir, tepat pukul 14:30 Wib Jokowi tiba di lokasi ground breaking langsung disambut oleh Gubernur Sumatera Selatan H Alex Noerdin, Wagub H Ishak Mekki serta Bupati Ogan Ilir H Mawardi Yahya. Dimana jalan tol Palindra merupakan salah satu mega proyek jalan tol Trans Sumatera. Proyek yang diperkirakan menelan dana yang diprediksi menghabiskan dana sekitar Rp 3,4 triliun, er sumber dari Penyertaan Modal Negara (PMN). Investasi swasta dan pinjaman ke PT. Utama Karya (HK) sebagai kontraktor yang ditunjuk pemerintah. Dibutuhkan lahan 302 hektar untuk pembangunan Palembang-Indralaya yang dibagi dalam tiga seksi, dimana Seksi I sepanjang 7 kilometer Palembang-Pemulutan, Seksi II Pemulutan-KTM Rambutan sepanjang 5 kilometer dan Seksi III sepanjang 10 kilometer dari KTM Rambutan menuju Indralaya. (<http://www.radar-palembang.com/tol-palindra-dimulai> yang diakses tanggal 4 Februari 2017).

Pada saat ini Tol Palindra (Palembang-Indralaya) sudah dilaksanakan dimana di dalam perencanaan struktur jalan ada beberapa jembatan yang dibangun yang berguna untuk melintasi sungai maupun jalan warga yang berada di Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan. Untuk itu di diperlukan kekayaan alam yang banyak ditemukan adalah pasir, agregat dan teras, dimana ketiga bahan alam tersebut ini apabila dipadukan dengan semen yang berfungsi sebagai perekat akan menjadi bahan dasar alami yang cocok digunakan sebagai campuran beton mutu tinggi untuk keperluan pembangunan struktur jembatan beton yang akan dibangun mulai dari bentang sesuai dengan kebutuhan.

Dalam penelitian ini penulis mencoba untuk meneliti pembuatan beton mutu tinggi type Fc'50 (Kelas AA) yang berguna untuk pembuatan struktur beton Girder Jembatan dengan bentang 40,8 meter dan 35,6 meter dipergunakan di Struktur Jembatan *Interchange* Simpang Susun di Sta 7+126 dan Jembatan Pemulutan di Sta 5+613 di Tol Palindra (Palembang-Indralaya).

Keperluan Beton mutu tinggi adalah bahan bangunan yang terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, semen, air dan bahan tambahan lainnya. Bahan-bahan dasar pembentuk beton tersedia dan mudah diperoleh di Provinsi Sumatera Selatan. Keuntungan pemakaian beton sebagai bahan bangunan antara lain: bahan ini dapat dibentuk sesuai dengan keinginan perencana di lokasi pekerjaan, bahan-bahan pembentuk relatif tersedia dan pembuatan beton dapat dilakukan oleh para pekerja. Hal-hal inilah yang menyebabkan beton sebagai bahan bangunan tetap menjadi pilihan utama para perencana dalam mendisain dan merencanakan bangunan-bangunan teknik sipil khususnya Beton mutu tinggi Type Fc'50 (Kelas AA) di *Batching plane* PT. Inti Beton Sukses Pratama untuk keperluan pembuatan beton di Tol Palindra.

Pada tanggal 2 Mei 2016 yang lalu telah dilakukan Trial Mix Beton Mutu Tinggi Type Fc'50 (Kelas AA) di *Batching plane* PT. Inti Beton Sukses Pratama yang dihadiri PT. Utama Karya Jalan Tol, PT. Cipta Strada, PT. Utama Karya Insfrastruktur, PT. HAKA ASTON yang berguna untuk pekerjaan Girder jembatan bentang 40,8 meter di Tol Palindra (Palembang-Indralaya). Dimana pada beton mutu tinggi type Fc'50 (Kelas AA) tersebut dimanfaatkan bahan-bahan lokal di Provinsi Sumatera Selatan, seperti: Pasir menggunakan

pasir Tanjung Raja Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan, Batu agregat Ukuran 1-2 dan 2-3 dari Kabupaten Martapura Provinsi Sumatera Selatan dan Semen Baturaja yang merupakan semen produksi lokal Provinsi Sumatera Selatan, ditambahkan bahan kimia *admixture superplasticizer* 8045 P yang merupakan Sika products dan air yang dipakai merupakan air PAM di *Batching plane* PT. Inti Beton Sukses Pratama (IBSP) yang berlokasi di Jalan lingkaran Jakabaring-Kertapati Desa Saudagar Begayut Kecamatan Pemulutan Kabupaten Ogan Ilir.

Hasil penelitian ini kiranya bisa langsung dapat memberikan kontribusi penting dalam bidang keteknik sipil di Provinsi Sumatera Selatan karena pembuatan beton mutu tinggi type Fc'50 (Kelas AA) untuk Girder Jembatan Beton bentang 40,8 meter dan 35,6 meter menggunakan bahan-bahan lokal yang berasal dari Provinsi Sumatera Selatan, seperti: telah dijelaskan diatas sehingga Para perencana teknik sipil di Provinsi Sumatera Selatan dapat langsung memanfaatkan hasil penelitian ini maupun melakukan penelitian lanjutan sesuai keperluan di lokasi proyek masing-masing.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perilaku mekanis dari beton mutu tinggi yang memanfaatkan material lokal di Provinsi Sumatera Selatan sebagai bahan dasar pembuatan beton mutu tinggi type Fc'50 (Kelas AA) untuk Girder Jembatan Beton bentang 40,8 meter dan 35,6 meter di Tol Palindra.
2. Mendapatkan kurva hubungan antara umur beton terhadap kuat tekan beton mutu tinggi pada pembuatan beton mutu tinggi type Fc'50 (Kelas AA) untuk Girder Jembatan Beton bentang 40,8 meter dan 35,6 meter di Tol Palindra.

MANFAAT PENELITIAN

1. Mendapatkan sifat karakteristik dari material pembentuk beton mutu tinggi, serta memperoleh komposisi (*Trial Mix*) beton mutu tinggi yang optimal dengan material yang berasal dari Provinsi Sumatera Selatan.
2. Memberikan informasi seberapa besar kuat tekan beton mutu tinggi yang sudah dibuat dari material yang digunakan.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Beton Mutu Tinggi

Sejarah singkat dari perkembangan *high strength concrete* dapat dijabarkan berikut ini. Pada akhir tahun 1960-an, *admixture* untuk mengurangi air (*superplasticizer*) yang terbuat dari garam-garam *naphthalene sulfonate* diproduksi di Jepang dan *melamine sulfonate* diproduksi di Jerman. Aplikasi pertama di Jepang yaitu digunakan untuk produk *girder* dan balok pracetak dan cetak di tempat. Di Jerman, awalnya ditujukan untuk pengembangan campuran beton bawah air yang memiliki kelecakan tinggi tanpa

terjadi segregasi. Sejalan dengan kemungkinan tercapainya mutu beton yang tinggi dan *workability* yang tinggi secara simultan pada campuran beton dengan pemakaian *superplasticizer*, maka pemakaian kedua bahan tersebut dianggap sangat cocok digunakan pada produksi komponen-komponen struktur cetak di tempat untuk bangunan-bangunan tinggi (Dipohusodo, 1994).

Beton didefinisikan sebagai “*high-strength*” semata-mata berdasarkan karena kuat tekannya pada umur tertentu. Pada tahun 1970-an, sebelum ditemukannya *superplasticizer*, campuran beton yang memperlihatkan kuat tekan 40 MPa atau lebih pada umur 28 hari disebut sebagai *high strength concrete*. Saat ini, saat campuran beton dengan kuat tekan 60 MPa – 120 MPa tersedia di pasaran, pada *ACI Committae 2002* tentang *High Strength Concrete* merevisi definisinya menjadi *memperoleh campuran dengan kuat tekan desain spesifikasi 55 MPa atau lebih* (Anonimaus, 1982).

Meskipun tujuan praktisnya adalah untuk menyatakan kuat tekan beton berdasarkan hasil uji pada umur 28 hari, namun terdapat pergeseran untuk menyatakan kekuatan pada umur 56 atau 90 hari dengan alasan bahwa banyak elemen-elemen struktur yang tidak terbebani selama kurun waktu dua atau tiga bulan atau lebih. Saat kekuatan yang tinggi tidaklah diperlukan pada umur-umur awal, akan lebih baik untuk tidak menyatakannya hanya untuk mencapai sejumlah keuntungan misalnya penghematan semen, kemampuan untuk menggunakan bahan-bahan tambah (*admixture*) secara berlebihan dan produk yang lebih *durable*.

Beberapa puluh tahun yang silam, bangunan-bangunan tinggi yang ada di New York hampir seluruhnya merupakan bangunan dengan rangka baja. Saat ini, mungkin sepertiga dari bangunan-bangunan tinggi komersial dibuat dengan rangka beton bertulang. Terdapat sebuah penilaian yang diyakini bahwa pemilihan antara rangka baja dengan rangka beton bertulang ditentukan berdasarkan kecepatan konstruksi yang tinggi. Juga, ketersediaan *high strength concrete* secara komersial memberikan sebuah penilaian ekonomis alternatif untuk membangun kolom dengan beton konvensional pada lantai-lantai bawah dari bangunan-bangunan tinggi. Berdasarkan sebuah laporan, kapasitas kolom-kolom dalam hal kemampuan menahan beban pada bangunan-bangunan berlantai banyak meningkat 4,7 kali untuk setiap lipat tiga kenaikan harga. Untuk konstruksi bangunan-bangunan yang menggunakan rangka beton bertulang, 30 lantai atau lebih, kolom-kolom dengan ukuran normal dapat dibuat pada sepertiga bagian dari bangunan dengan mutu beton konvensional 30 MPa sampai dengan 35 MPa. Namun pemakaian *high strength concrete* dibenarkan untuk kolom-kolom langsing pada duapertiga bagian bawah dari bangunan (Ferguson, 1991)

Berdasarkan pendapat Ferguson (1991) lebih lanjut: “mengapa kita membutuhkan *high strength concrete*. Beberapa alasan yang dapat diberikan di sini antara lain:

- a. Untuk menempatkan beton pada masa layannya pada umur yang lebih awal, sebagai contoh pada perkerasan di umur 3 hari.
- b. Untuk membangun bangunan-bangunan tinggi dengan mereduksi ukuran kolom dan

meningkatkan luasan ruang yang tersedia.

- c. Untuk membangun struktur bagian atas dari jembatan-jembatan bentang panjang dan untuk mengembangkan durabilitas lantai-lantai jembatan.
- d. Untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan khusus dari aplikasi-aplikasi tertentu seperti durabilitas, modulus elastisitas dan kekuatan lentur. Beberapa dari aplikasi ini termasuk dam, atap-atap tribun, pondasi-pondasi pelabuhan, garasi-garasi parkir, dan lantai-lantai *heavy duty* pada area industri.”

Beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan beton normal biasa. Menurut PD T-04-2004-C tentang Tata Cara Pembuatan dan Pelaksanaan Beton Berkekuatan Tinggi, yang tergolong beton bermutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan antara 40 – 80 Mpa. Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) yang tercantum dalam SNI 03-6468-2000 didefinisikan sebagai beton yang mempunyai kuat tekan yang disyaratkan lebih besar sama dengan 41,4 MPa. Beton mutu tinggi bermanfaat pada pracetak dan pratekan. Pada bangunan tinggi mengurangi beban mati. Kelemahannya adalah kegetasannya. Produksi beton mutu tinggi memerlukan pemasok untuk mengoptimalkan 3 aspek yang mempengaruhi kekuatan beton: pasta semen, agregat, dan lekatan semen-agregat. Ini perlu perhatian pada semua aspek produksi, yaitu pemilihan material, mix design, penanganan dan penuangan. Kontrol kualitas adalah bagian yang penting dan memerlukan kerja sama penuh antara pemasok, perencana dan kontraktor. (Purwono, dkk., 2007).

Sesuai dengan perkembangan teknologi beton yang demikian pesat, ternyata kriteria beton mutu tinggi juga selalu berubah sesuai dengan kemajuan tingkat mutu yang berhasil dicapai. Pada tahun 1950an, beton dengan kuat tekan 30 MPa sudah dikategorikan sebagai beton mutu tinggi. Pada tahun 1960an hingga awal 1970an, kriterianya lebih lazim menjadi 40 MPa. Saat ini, disebut mutu tinggi untuk kuat tekan diatas 50 MPa, dan 80 MPa sebagai beton mutu sangat tinggi, sedangkan 120 MPa bisa dikategorikan sebagai beton bermutu ultra tinggi (Supriyadi, 2007).

High strength concrete (beton mutu tinggi) merupakan sebuah tipe beton performa tinggi yang secara umum memiliki kuat tekan 6000 psi (40 MPa) atau lebih. Ukuran kuat tekannya diperoleh dari silinder beton 150 mm – 300 mm atau silinder 100 mm – 200 mm pada umur 56 ataupun 90 hari, ataupun umur yang telah ditentukan tergantung pada aplikasi yang diinginkan. Produksi *high strength concrete* membutuhkan penelitian dan perhatian yang lebih jauh terhadap kontrol kualitasnya daripada beton konvensional. Di beberapa negara maju sudah sejak lama beton mutu tinggi berhasil diproduksi untuk pekerjaan-pekerjaan khusus. Di Jepang untuk panel cangkang beton pracetak pada sebuah terowongan kereta api, di USA untuk keperluan militer, dan di Eropa untuk struktur jembatan berbentang panjang. Tidak hanya itu, sekarangpun telah digunakan untuk struktur gedung bertingkat tinggi. Di Indonesia beton mutu tinggi dengan kuat tekan rata-rata sebesar 85 MPa baru dapat dibuat di laboratorium pada tahun 1990, dengan bahan tambah *superplastisizer* dengan nilai *slump* mencapai 15 cm. Perkembangan teknologi

dalam bidang konstruksi di Indonesia terus menerus mengalami peningkatan, hal ini tidak lepas dari tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur yang semakin maju, seperti jembatan dengan bentang panjang dan lebar, bangunan gedung bertingkat tinggi (terutama untuk kolom dan beton pracetak), dan fasilitas lain. (American Concrete Institute (ACI), 1995).

Perencanaan fasilitas-fasilitas tersebut mengarah kepada digunakannya beton mutu tinggi, dimana mencakup kekuatan, ketahanan (keawetan), masa layan dan efisiensi. Dengan beton mutu tinggi dimensi dari struktur dapat diperkecil sehingga berat struktur menjadi lebih ringan, hal tersebut menyebabkan beban yang diterima pondasi secara keseluruhan menjadi lebih kecil pula, jika ditinjau dari segi ekonomi hal tersebut tentu akan lebih menguntungkan. Disamping itu untuk bangunan bertingkat tinggi dengan semakin kecilnya dimensi struktur kolom pemanfaatan ruangan akan semakin maksimal. Porositas yang dihasilkan beton mutu tinggi juga lebih rapat, sehingga akan menghasilkan beton yang relatif lebih awet dan tahan sulfat karena tidak dapat ditembus oleh air dan zat perusak beton. Oleh sebab itu penggunaan beton bermutu tinggi tidak dapat dihindarkan dalam perencanaan dan perancangan struktur bangunan (Imran, dkk., 2011)

Menurut Mulyono (2005) bahwa: sesuai dengan perkembangan teknologi beton, kriteria beton mutu tinggi juga selalu berubah sesuai dengan kemajuan tingkat mutu yang berhasil dicapai. Pada tahun 1950an, beton dengan kuat tekan 30 MPa sudah dikategorikan sebagai beton mutu tinggi. Pada tahun 1960an hingga awal 1970an, kriterianya lebih lazim menjadi 40 MPa. Saat ini, disebut mutu tinggi untuk kuat tekan diatas 50 MPa, dan 80 MPa sebagai beton mutu sangat tinggi, sedangkan 120 MPa bisa dikategorikan sebagai beton bermutu ultra tinggi. Ada beberapa faktor utama yang bisa menentukan keberhasilan pengadaan beton bermutu tinggi, diantaranya adalah :

- a. Keadaan semen.
- b. Faktor air semen (fas) yang rendah.
- c. Kualitas agregat halus (pasir).
- d. Kualitas agregat kasar (batu pecah/krikil).
- e. Penggunaan admixture dan aditif mineral dalam kadar yang tepat.
- f. Prosedur yang benar dan cermat pada keseluruhan proses produksi beton.
- g. Pengawasan dan pengendalian yang ketat pada keseluruhan prosedur dan mutu pelaksanaan.

Keadaan semen yang dimaksud di sini ialah semen yang digunakan apakah masih baru atau sudah lama tidak digunakan (sudah terbuka terlalu lama). Untuk semen yang sudah terlalu lama tidak digunakan tidak baik untuk bahan pembuatan beton, karena sudah terkontaminasi dengan zat lain yang bisa mempengaruhi kekuatan beton. Dapat dicari berdasar jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur 28 hari, ditetapkan nilai fas dengan faktor air semen yang rendah, merupakan faktor yang paling menentukan dalam menghasilkan beton mutu

tinggi, dengan tujuan untuk mengurangi seminimal mungkin porositas beton yang dihasilkan. Dengan demikian semakin besar volume faktor air-semen (fas) semakin rendah kuat tekan betonnya. Agar beton tidak cepat rusak maka ditetapkan nilai fas maksimum (Ghambir, 1995).

Karwur (2012) menjelaskan bahwa kualitas agregat halus yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi adalah :

- a. Berbentuk bulat.
- b. Tekstur halus.
- c. Modulus kehalusan butir (*MKB*), menurut hasil penelitian menunjukkan bahwa pasir dengan modulus kehalusan 2,5 s/d 3,80 pada umumnya akan menghasilkan beton mutu tinggi (dengan fas yang rendah) yang mempunyai kuat tekan.
- d. Kandungan lumpur pada pasir 2,5%.
- e. Bersih.
- f. Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama).

Kualitas agregat kasar (batu pecah/krikil) yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi adalah :

a. Porositas rendah.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa porositas rendah akan menghasilkan suatu adukan yang seragam, dalam arti mempunyai keteraturan atau keseragaman yang baik pada mutu (kuat tekan) maupun nilai *slump*nya. Akan sangat baik bila bisa digunakan agregat kasar dengan tingkat penyerapan air yang kurang dari 1 %. Bila tidak, hal ini bisa menimbulkan kesulitan dalam mengontrol kadar air total pada beton segar. Kadar lumpur untuk agregat kasar sebesar 1%.

b. Bentuk fisik agregat.

Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa batu pecah dengan bentuk yang tajam ternyata menghasilkan mutu beton yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan kerikil bulat. Hal ini tidak lain adalah karena bentuk yang tajam bisa memberikan daya lekat mekanik yang lebih baik antara batuan dan mortar. Untuk agregat kasar tidak boleh mengandung butiran-butiran yang pipih dan panjang lebih dari 20% dari berat keseluruhan.

c. Ukuran maksimum agregat.

Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemakaian agregat yang lebih kecil (< 15 mm) bisa menghasilkan mutu beton yang lebih tinggi. Namun pemakaian agregat kasar dengan ukuran maksimum 25 mm masih menunjukkan tingkat keberhasilan yang baik dalam produksi beton mutu tinggi.

d. Bersih dan kuat tekan hancur yang tinggi.

e. Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama).

Untuk menghasilkan beton dengan mutu (kuat tekan beton) tinggi dibutuhkan Superplasticizer (*high range water reducer*) dan Aditif mineral yang bersifat *cementitious*

yaitu berupa: Abu terbang (*fly ash*), Pozzofume (*super fly ash*), dan Mikrosilika (*silicafume*) dengan kadar yang tepat. Sebab bahan admixture dan aditif jika dicampur dengan kadar yang tidak tepat hasilnya akan sebaliknya, yaitu tidak meningkatkan kuat tekannya akan tetapi dapat menurunkan. *Superplasticizer* dalam hal ini mutlak diperlukan karena kondisi fas yang umumnya sangat rendah pada beton mutu tinggi atau sangat tinggi, untuk bisa mengontrol dan menghasilkan nilai *slump* yang optimal pada beton segar, sehingga bisa dihasilkan kinerja pengecoran beton yang baik (Kuhu, 2012).

Mikrosilika (*Silicafume*) merupakan aditif yang sangat baik untuk digunakan dalam pembuatan beton mutu tinggi dan sangat tinggi, yang merupakan produk sampingan sebagai abu pembakaran dari proses pembuatan *silicon metal* atau *silicon alloy* dalam tungku pembakaran listrik. Mikrosilika ini juga bersifat pozzolan (bahan yang mempunyai kandungan utama senyawa silika/silika dioksida dan alumina), dengan kadar kandungan senyawa silika-dioksida (Si O₂) yang sangat tinggi (> 90 %), dan ukuran butiran partikel yang sangat halus, yaitu sekitar 1/100 ukuran rata-rata partikel semen. Dengan demikian penggunaan mikrosilika pada umumnya akan memberikan sumbangan yang lebih efektif pada kinerja beton, terutama untuk beton bermutu sangat tinggi.

Lebih lanjut Kuhu (2012) menjelaskan bahwa untuk menghasilkan beton bermutu tinggi maka dibutuhkan prosedur yang benar dan cermat pada keseluruhan proses produksi beton yang meliputi :

- a. Pengujian agregat.
- b. Pengadukan.
- c. Pengangkutan.
- d. Pengecoran.
- e. Perawatan.

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam campuran *high strength concrete* (Beton Mutu Tinggi) antara lain:

a. **Semen**

Semen Portland (PC) umum pada berbagai tipe (yang memenuhi spesifikasi standar ASTM C 150) dapat digunakan untuk memperoleh campuran beton dengan kekuatan tekan sampai dengan 50 Mpa. Untuk mendapatkan kuat tekan yang lebih tinggi saat mempertahankan *workability* yang baik, sangat perlu untuk menggunakan *admixture* yang dikombinasikan dengan semen. Pada kasus tersebut, kompatibilitas semen-*admixture* menjadi sebuah hal yang penting. Dalam hal ini Semen Portland (PC) yang dipakai adalah Semen Baturaja yang merupakan Produksi lokal di Provinsi Sumatera Selatan.

Pengalaman telah memperlihatkan bahwa, dengan penggunaan tipe *superplasticizer naphthalene sulfonate* atau *melamine sulfonate*, semen portland dengan kadar C₃A dan alkali yang rendah umumnya menghasilkan campuran beton yang memperlihatkan hilangnya slump tinggi sejalan dengan waktu. Situasi ini telah

berubah karena telah dilaporkan bahwa *polyacrylate copolymer*, sebuah generasi baru *superplasticizer*, tidak menyebabkan kehilangan slump yang berlebihan pada kebanyakan jenis semen portland maupun semen portland campuran.

b. **Agregat**

Pada beton normal, tipe dan jumlah agregat memainkan peranan yang penting dalam stabilitas isi beton, namun hal tersebut memiliki efek yang terbatas pada kekuatan. Pada *high strength concrete*, agregat masih memainkan peranan yang penting dalam stabilitas isi, namun juga memainkan peranan yang penting dalam kekuatan dan kekakuan beton. Rasio faktor air semen yang digunakan pada campuran *high strength concrete* menyebabkan pemadatan pada daerah matrik dan daerah transisi antarmuka. Lebih lanjut, beberapa tipe agregat seperti granit dan kwarsit dapat menyebabkan retak-retak mikro pada daerah transisi karena perbedaan susut suhu dan menghalangi pengembangan kekuatan mekanis tinggi. Sehingga, perhatian yang layak harus diambil pada pemilihan agregat-agregat untuk *high strength concrete*. Berdasarkan hasil-hasil dari studi eksperimental, Aitcin dan Mehta merekomendasikan bahwa tipe agregat yang keras dan kuat dengan modulus elastisitas tinggi dan koefisien ekspansi panas yang kecil lebih baik digunakan untuk memproduksi campuran *very high strength concrete*.

Dengan sebuah rasio faktor air semen yang telah ditentukan, kekuatan dari campuran beton dapat dinaikkan secara signifikan dengan secara sederhana mengurangi ukuran maksimum agregat kasar. Hal ini memiliki efek yang menguntungkan pada kekuatan daerah transisi antar muka. Menurut Aitcin, semakin tinggi kekuatan yang ingin dicapai, maka semakin kecil ukuran agregat kasarnya. Nilai kuat tekan sampai dengan 70 MPa dapat diproduksi dengan agregat kasar kualitas bagus dengan ukuran maksimum 20 mm – 25 mm. Untuk menghasilkan nilai kuat tekan 100 MPa, maka ukuran maksimum agregat kasar yang harus digunakan adalah 14 mm – 20 mm. Beton-beton komersial dengan nilai kuat tekan lebih dari 125 MPa telah diproduksi menggunakan ukuran agregat maksimum 10 mm – 14 mm.

Memandang agregat halus, setiap bahan dengan ukuran distribusi partikelnya memenuhi spesifikasi standar ASTM C 38 layak digunakan untuk campuran *high strength concrete*. Aitcin merekomendasikan penggunaan agregat halus dengan modulus kehalusan yang tinggi (kira-kira 3,0) untuk beberapa alasan berikut ini:

- 1) Campuran *high strength concrete* sudah memiliki partikel-partikel kecil semen dan pozzolan dalam jumlah yang banyak, dengan demikian kehadiran partikel yang sangat kecil pada agregat yang halus tidak diperlukan untuk mengembangkan *workability*.
- 2) Penggunaan agregat yang lebih kasar akan memerlukan air yang lebih sedikit untuk memperoleh *workability* yang sama, dan

- 3) Selama proses pencampuran, partikel-partikel yang lebih kasar akan menghasilkan tegangan geseran yang lebih besar yang membantu untuk menghindari penggumpalan partikel-partikel semen.

c. **Admixture**

Kebutuhan kekuatan yang tinggi dan ukuran agregat yang kecil berarti bahwa isi dari bahan-bahan pengikat pada campuran beton akan menjadi tinggi, umumnya di atas 400 kg/m^3 . Isi bahan-bahan pengikat sebesar 600 kg/m^3 dan bahkan lebih tinggi telah diselidiki namun tidak diinginkan dengan alasan tingginya biaya dan susut suhu dan pengeringan yang berlebihan. Lebih jauh, dengan naiknya proporsi semen dalam beton, memang kekuatan yang tinggi tercapai, namun dengan susah kekuatan yang tinggi dicapai di atas sejumlah semen yang tertentu. Sebagaimana dijelaskan di atas, hal ini mungkin disebabkan karena ketidak-homogenitas-an yang sudah menjadi sifat pasta semen portland yang telah terhidrasi yang berisi luasan-luasan kristal kalsium hidroksida yang terdistribusi secara cak dalam fase utama. Luasan-luasan ini menyatakan daerah-daerah yang lemah yang rentan terhadap retak mikro karena tegangan tarik.

d. **Metode Desain Campuran *High Strength Concrete***

Metode yang digunakan dalam merencanakan campuran *high strength concrete* ada beberapa cara, antara lain: (1) *Minimum Voids Method*, (2) *Maximum Density Method*, (3) *Fineness Modulus Method*, (4) *British Mix Design (DOE) Method*, (5) *American Concrete Institute Method (ACI Method)*, dan (6) *Indian Standard Method*. Namun secara umum, desain campuran beton yang optimum dihasilkan dari pemilihan bahan-bahan local yang tersedia yang menyebabkan beton segar mampu untuk ditempatkan dan mampu untuk diselesaikan dan dapat memastikan pengembangan kekuatan dan sifat-sifat lain yang diinginkan dari beton yang telah mengeras sebagaimana dinyatakan oleh desainer. Beberapa konsep dasar yang perlu untuk dipahami untuk *high strength concrete* antara lain:

- 1) Agregat semestinya kuat dan durable. Agregat tidak perlu keras dan kekuatannya tinggi namun perlu kompatibel, dalam arti cukup kaku dan kuat, dengan pasta semen. Umumnya ukuran maksimum agregat kasar yang lebih kecil digunakan untuk kuat tekan beton yang lebih tinggi. Agregat halus yang digunakan bisa jadi lebih kasar daripada yang diperbolehkan oleh ASTM C 33 (modulus kehalusan butir lebih besar dari 3,2) karena tingginya agregat halus telah digantikan oleh bahan-bahan perekat (semen).
- 2) Campuran *high strength concrete* akan memiliki isi bahan-bahan perekat yang tinggi yang meningkatkan panas hidrasi dan kemungkinan susut yang tinggi mengawali potensi retak. Kebanyakan campuran berisi satu atau lebih bahan-bahan perekat tambahan seperti *fly ash* (tipe C atau F), *ground granulated blast furnace slag*, *silica fume*, *metakaolin* atau bahan-bahan pozolanik alami.
- 3) Campuran *high strength concrete* umumnya membutuhkan rasio factor air

semen yang rendah, dimana rasio factor air semen berada pada rentangan 0,23 sampai dengan 0,35. Faktor air semen yang rendah ini hanya dapat dicapai dengan *admixture (superplasticizer)* dalam jumlah dan dosis yang besar, menyesuaikan antara tipe F atau G berdasarkan ASTM C 494. *Admixture* pengurang air tipe A juga dapat digunakan sebagai kombinasinya.

- 4) Isi total dari bahan-bahan perekat umumnya sekitar 700 lb/yd^3 (415 kg/m^3) namun tidak boleh lebih dari 1100 lb/yd^3 (650 kg/m^3).
- 5) Pemakaian *air entrainment* pada *high strength concrete* akan menurunkan potensial kekuatan secara besar.

Perhatian yang lebih dan evaluasi akan diperlukan bila spesifikasi pekerjaan mengatur batas-batas sifat beton seperti rangkak, susut dan modulus elastisitas. Ahli teknik mungkin mengatur batas-batas sifat tersebut untuk desain strukturnya. Penelitian-penelitian saat ini mungkin tidak memberikan panduan yang diperlukan tentang hubungan empiris dari sifat-sifat tersebut dari pengujian-pengujian tradisional dan beberapa dari pengujian tersebut sangat khusus dan mahal untuk dilakukan bagi evaluasi campuran. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan teoretis, rangkak dan susut yang lebih kecil, modulus elastisitas yang lebih tinggi dapat dicapai dengan agregat yang lebih besar dan isi pasta yang lebih sedikit pada beton. Menggunakan ukuran agregat terbesar yang dapat dicapai dan agregat halus yang digradasi medium sampai dengan kasar dapat mencapai hal tersebut.

2. Girder

Definisi Girder adalah bagian struktur atas yang berfungsi menyalurkan beban berupa beban kendaraan, berat sendiri girder dan beban-beban lainnya yang berada di atas girder tersebut ke bagian struktur bawah yaitu abutment. Box girder merupakan salah satu girder yang mengalami pengembangan. Keunggulan utama box girder adalah momen inersia yang tinggi dalam kombinasi dengan berat sendiri yang relatif ringan, karena adanya rongga ditengah penampang. Fungsi dari rongga itu sendiri adalah sebagai diafragma yang digunakan untuk instalasi listrik dan pipa serta untuk mempermudah perawatan. Box girder dapat diproduksi dalam berbagai bentuk, tetapi bentuk trapesium adalah bentuk yang paling banyak digunakan. Rongga ditengah box memungkinkan pemasangan tendon prategang diluar penampang. Jenis girder ini biasanya dipakai sebagai bagian dari girder segmental yang kemudian disatukan dengan sistem prategang post-tensioning. Analisa full-prestressing, suatu desain dimana pada penampang tidak diperkenankan adanya gaya tarik, menjamin kontinuitas dari gelagar pada pertemuan segmen. Box girder ini digunakan untuk jembatan bentang-bentang panjang. Dalam pelaksanaan di lapangan box girder dapat digunakan single box girder dan multi box girder tergantung perencana merencanakan pemasangan box girder tersebut. Single box girder atau box girder tunggal adalah box girder yang hanya membutuhkan 1 buah box girder untuk suatu lebar fly over, sedangkan multi box girder digunakan lebih dari satu buah box girder untuk suatu lebar fly over.

(<https://imamnurhibam.wordpress.com/2013/11/08/definisi-dan-penjelasan-umum-girder/> diakses tanggal 8 Februari 2017).

Jembatan adalah bagian jalan yang berfungsi untuk menghubungkan antara dua jalan yang terpisah karena suatu rintangan seperti sungai, lembah, laut, jalan raya dan rel kereta api. Jembatan sangat vital fungsinya terhadap kehidupan manusia, dan mempunyai arti penting bagi setiap orang. Akan tetapi tingkat kepentingannya tidak sama bagi tiap orang, sehingga akan menjadi suatu bahan studi yang menarik (Bambang, dkk., 2007).

Beton adalah material yang kuat dalam kondisi tekan, tetapi lemah dalam kondisi tarik. Kuat tariknya bervariasi dari 14 persen dari kuat tekannya. Beton tidak selamanya bekerja secara efektif di dalam penampang penampang struktur beton bertulang, hanya bagian tertekan saja yang efektif bekerja, sedangkan bagian beton yang retak di bagian tertarik tidak bekerja efektif dan hanya merupakan beban mati yang tidak bermanfaat.

Selain itu, retak-retak di sekitar baja tulangan berbahaya bagi struktur karena merupakan tempat meresapnya air dan udara luar ke dalam baja tulangan sehingga terjadi karatan. Putusnya baja tulangan akibat karatan akan berakibat fatal bagi struktur. Hal inilah yang menyebabkan tidak dapatnya diciptakan struktur struktur beton bertulang dengan bentang yang panjang secara ekonomis, karena terlalu banyak beban mati yang tidak efektif. Akibat kekurangan-kekurangan tersebut maka timbullah gagasan untuk menggunakan kombinasi bahan beton, yaitu dengan memberikan pratekanan pada beton melalui kabel baja (rendon) yang ditarik atau biasa disebut beton pratekan. Beton pratekan pertama kali ditemukan oleh Eugene Freyssinet, seorang insinyur Perancis. Ia mengemukakan bahwa untuk mengatasi rangkai, relaksasi dan slip pada jangkar kawat atau pada kabel maka digunakan beton dan baja bermutu tinggi. Beton prategang adalah beton yang mengalami tegangan internal dengan besar (akibat stressing) dan distribusi sedemikian rupa sehingga dapat mengimbangi sampai batas tertentu tegangan yang terjadi akibat beban eksternal (Lin, dkk., 2000).

Pada beton prategang, baja sebelumnya ditarik terlebih dahulu untuk mencegah terjadinya pemanjangan yang berlebihan pada saat pembebanan, sementara beton ditekan terlebih dahulu untuk mencegah retak-retak akibat tegangan tarik. Dengan memanfaatkan momen sekunder akibat stressing untuk mengimbangi momen akibat beban luar tinggi komponen beton prategang berkisar antara 65% sampai 80% tinggi komponen beton bertulang pada bentang dan beban yang sama, dengan demikian beton prategang membutuhkan lebih sedikit beton dan sekitar 20% sampai 30% banyaknya tulangan (Nawy, 2001).

Berdasarkan tulisan dari Posted by Dheny bastian (<http://kawansipil.blogspot.co.id/2016/07/macam-macam-girder-pada-jembatan.html> yang diakses tanggal 20 Februari 2017) dimana dijelaskan pada dasarnya macam-macam girder pada jembatan sebagai berikut:

- a. *Plate girder* adalah elemen struktur lentur tersusun yang didesain dan difabrikasi untuk memenuhi kebutuhan yang tidak dapat dipenuhi oleh penampang gelas panas biasa. Bentuk *plate girder* yang paling umum dewasa ini didesain terdiri atas dua flens yang

dilas pada plat web yang relatif tipis . Gelagar plat akan ekonomis apabila panjang bentang yang sedemikian rupa hingga biaya untuk keperluan tertentu bisa dihemat dalam perencanaan. Gelagar plat bisa berbentuk konstruksi paku keeling, baut, atau las.



Gambar 1
Gelagar Plat Girder

- b. Jembatan box girder adalah sebuah jembatan dimana struktur atas jembatan terdiri dari balok-balok penopang utama yang berbentuk kotak berongga. Box girder biasanya terdiri dari elemen beton pratekan, baja structural, atay komposit baja dan beton bertulang. Bentuk penampang dari box girder umumnya adalah persegi atau trapezium dan dapat direncanakan terdiri atas 1 sel atau banyak sel.



Gambar 2
Jembatan box girder

- c. I Girder merupakan jenis gelagar yang paling banyak di gunakan pada jembatan-jembatan di indonesia, pada perkembangannya I girder yang di gunakan yaitu dengan metode pratekan & beton bertulang.



Gambar 3
Jembatan I Girder

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah urutan-urutan kegiatan penelitian, meliputi pengumpulan data, proses rekayasa, pengujian sampel, dan diteruskan penarikan kesimpulan. Sedangkan untuk tahapan pelaksanaan pengujian sebagai berikut ini:

1. Pengujian agregat halus pasir dan Pengujian agregat kasar yang meliputi : a. Berat isi agregat dan penyerapan, b. Kadar air, c. Berat isi, d. Kadar lumpur, e. Analisa saringan, f. Abrasi los angeles, g. Material lolos saringan no.200 dan i. Gumpalan lempung dan partikel mudah pecah. Pengujian agregat halus pasir yang dipakai dalam penelitian ini ada Pasir Tanjung Raja Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan dan Pengujian agregat kasar yang dipakai dalam penelitian ini adalah Batu agregat Ukuran 1-2 dan 2-3 dari Kabupaten Martapura Provinsi Sumatera Selatan.
2. Pengujian Semen Portland Tipe 1 yang meliputi: Analisa saringan Pengujian semen portland meliputi : a. Berat jenis b. Konsistensi normal c. Vicat semen Mix design campuran dengan bahan tambahan aditif yaitu SIKA Viscocrete 8045 P dengan variasi dosis 1.15%.
3. Pengujian air bersih yang di *Batching plane* PT. Inti Beton Sukses Pratama (IBSP) yang berlokasi di Jalan lingkak Jakabaring-Kertapati Desa Saudagar Begayut Kecamatan Pemulutan Kabupaten Ogan Ilir
4. Pengujian Campuran Beton Type Fc'20 (Kelas AA) dengan Slump Test 20 ± 2.5 cm
5. Pembuatan Sampel Silinder Beton Type Fc'20 (Kelas AA) sebanyak 3 buah untuk Pengujian kuat tekan beton umur 1 hari, 3 buah untuk Pengujian kuat tekan beton umur 3 hari, 3 buah untuk Pengujian kuat tekan beton umur 7 hari, 3 buah untuk Pengujian kuat tekan beton umur 21 hari dan 3 buah untuk Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari (Total sampel silinder beton Silinder Beton Type Fc'20 (Kelas AA) sebanyak 15 buah).
6. Pengujian kuat tekan beton pengolahan data analisis hasil dan kesimpulan.

Hasil yang akan dicapai beton mutu tinggi Beton Type Fc'20 (Kelas AA), kegiatan penelitian juga dilengkapi dengan peralatan-peralatan uji yang sesuai. Untuk prosentase aditif dipakai sebanyak 1.15% saja dengan zat aditif SIKA Viscocrete 8045 P dan campuran semen, agregat kasar, agregat halus (pasir). Kemudian disiapkan benda uji cetakan silinder untuk setiap variasi prosentase terhadap pengaruh kuat tekan beton yang diinginkan. Metodologi penelitian yang akan dilakukan di *Batching plane* PT. Inti Beton Sukses Pratama (IBSP) yang berlokasi di Jalan lingkak Jakabaring-Kertapati Desa Saudagar Begayut Kecamatan Pemulutan Kabupaten Ogan Ilir adalah dengan membuat benda uji berbentuk silinder dengan waktu pengujian 1 hari, 3 hari, 7 hari, 21 hari dan 28 hari.

Pelaksanaan uji coba atau testing dikerjakan dalam Laboratorium PT. Inti Beton Sukses Pratama (IBSP), dimana pada tanggal 2 Mei 2016 yang lalu dilakukan Trial Mix Beton Mutu Tinggi Type Fc'50 (Kelas AA) di *Batching plane* PT. Inti Beton Sukses Pratama yang dihadiri PT. Hutama Karya Jalan Tol, PT. Cipta Strada, PT. Hutama Karya Insfrastruktur, PT.

HAKA ASTON yang berguna untuk pekerjaan Girder jembatan bentang 40,8 meter di Tol Palindra (Palembang-Indralaya). Dimana pada beton mutu tinggi type Fc'50 (Kelas AA) tersebut dimanfaatkan bahan-bahan lokal di Provinsi Sumatera Selatan, seperti: Pasir menggunakan pasir Tanjung Raja Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan, Batu agregat Ukuran 1-2 dan 2-3 dari Kabupaten Martapura Provinsi Sumatera Selatan dan Semen Baturaja yang merupakan semen produksi lokal Provinsi Sumatera Selatan, ditambahkan bahan kimia *admixture superplasticizer* 8045 P yang merupakan Sika products dan air yang dipakai merupakan air PAM di *Batching plane* PT. Inti Beton Sukses Pratama (IBSP) yang berlokasi di Jalan lingkaran Jakabaring-Kertapati Desa Saudagar Begayut Kecamatan Pemulutan Kabupaten Ogan Ilir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa data yang dilakukan yaitu pengolahan data pengerjaan beton mutu tinggi dari hasil pengujian bahan dilaboratorium dengan menguji bahan yang akan digunakan, maka akan didapat data yang sudah sesuai dengan langkah yang ada. Pengolahan data ini di maksudkan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, yaitu beton mutu tinggi dengan Type Fc'50 (Kelas AA). Adapun hasil dan pembahasan tentang pelaksanaan uji coba atau testing dikerjakan dalam Laboratorium PT. Inti Beton Sukses Pratama (IBSP), dimana pada tanggal 2 Mei 2016 yang lalu dilakukan Trial Mix Beton Mutu Tinggi Type Fc'50 (Kelas AA) di *Batching plane* PT. Inti Beton Sukses Pratama yang dihadiri PT. Utama Karya Jalan Tol, PT. Cipta Strada, PT. Utama Karya Infrastruktur, PT. HAKA ASTON yang berguna untuk pekerjaan Girder jembatan bentang 40,8 meter dan 35,6 meter di Tol Palindra (Palembang-Indralaya) sebagai berikut ini:

1. Komposisi Job Mix Formula Beton Beton Mutu Tinggi Type Fc'50 (Kelas AA) untuk per 1 M³

Tabel 1

Job Mix Formula Beton Beton Mutu Tinggi Type Fc'50 (Kelas AA) untuk per 1 M³

MIX	CEMENT	WATER	FINE AGREGATE	COARSE AGREGATE		S/A	W/C	SUPERPLASTIC IER VICOCRETE 8045 P
				½ (85%)	1/1 (15%)			
Mpa	Kg/m ³	Ltr/m ³	Kg/m ³	Kg/m ³	Kg/m ³			Ltr/m ³
Fc'50	540	124	711	1018		0.4 2	0.2 3	6.21
				865	153			

Keterangan asal bahan material:

- a. Cement type 1 Merk Semen Baturaja (Semen Produksi lokal dari Kabupaten Baturaja Induk Provinsi Sumatera Selatan).
- b. Fine Angregate (Pasir berasal dari Tanjung Raja Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan).

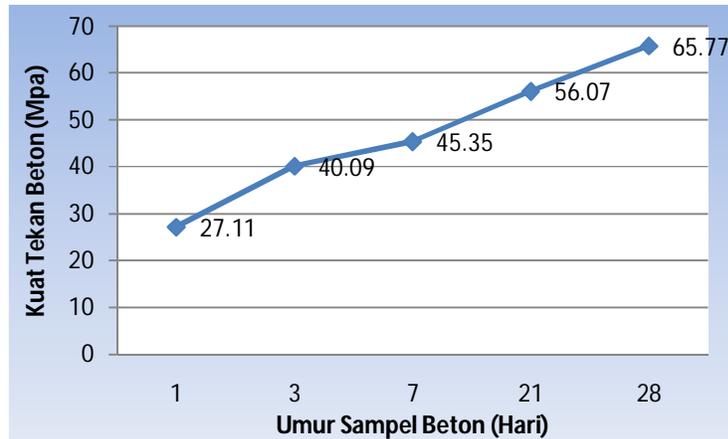
- c. Coarse Agregate (Batu 1-1 dan 1-2 dari Kabupaten Martapura Provinsi Sumatera Selatan.

2. Hasil Compressive Strength Test

Tabel 2
Compressive Strength Test

No	Data Of Test	Age Days	Weight (grams)	Unit Weight	Load (KN)	Strength		Remark	
						Mpa	%	Rata-Rata Mpa	Rata-Rata (%)
1	3 May 2016	1 hari	12655	2,388	481,6	27,27	54,53	27,11	54,22 %
2		1 hari	12665	2,390	478,2	27,07	54,15		
3		1 hari	12400	2,340	476,7	26,99	53,98		
4	3 May 2016	3 hari	13004	2,454	674,5	38,19	76,38	40,09	80,18 %
5		3 hari	12677	2,392	720,0	40,76	81,53		
6		3 hari	12816	2,419	729,9	41,32	82,65		
7	3 May 2016	7 hari	12487	2,357	783,0	44,33	88,66	45,35	90,70 %
8		7 hari	12683	2,394	845,0	47,84	95,68		
9		7 hari	12813	2,418	775,0	43,88	87,76		
10	3 May 2016	21 hari	12750	2,406	986,9	55,88	111,75	56,07	112,15 %
11		21 hari	12911	2,437	963,0	54,52	109,04		
12		21 hari	12815	2,418	1021,3	57,82	115,65		
13	3 May 2016	28 hari	12801	2,416	1088,0	61,60	123,20	65,07	131,54 %
14		28 hari	12809	2,417	1065,0	60,30	120,59		
15		28 hari	12985	2,451	1332,0	75,41	150,83		

Grafik 4
Hubungan antara Umur Benda Uji Terhadap
Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi



Berdasarkan pada tabel dan grafik di atas, dapat dilihat hubungan antara variasi umur benda uji beton Type Fc'50 (Kelas AA) yang dilihat pengujian kuat tekan beton umur dari 1 hari, 3 hari, 7 hari, 21 hari dan 28 hari terhadap kuat tekan beton mutu tinggi dengan dimensi benda uji silinder, tren menunjukkan bahwa semakin lama umur beton mutu tinggi terjadi peningkatan kuat tekan betonnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton Type Fc'50 (Kelas AA) yang telah dibuat tersebut sesuai data dan grafik diatas dapat dijelaskan bahwa benda uji umur 1 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 27,11 Mpa, benda uji umur 3 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 40,09 Mpa, benda uji umur 7 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 45,35 Mpa, benda uji umur 21 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 56,07 Mpa dan benda uji umur 28 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 65,77 Mpa. Sedangkan kuat tekan maksimum terjadi pada umur beton 28 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 65,77 MPa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dihasilkan grafik hubungan antara variasi umur beton terhadap nilai kuat tekan beton Type Fc'50 (Kelas AA). Trend menunjukkan bahwa semakin lama umur beton mutu tinggi terjadi peningkatan kuat tekan beton pada beton Type Fc'50 (Kelas AA), dimana kuat tekan maksimum terjadi pada umur beton 28 hari. Hasil penelitian dimana benda uji umur 1 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 27,11 Mpa berarti telah mencapai 54,22%, benda uji umur 3 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 40,09 Mpa berarti telah mencapai 80,18%, benda uji umur 7 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 45,35 Mpa berarti telah mencapai 90,70%, benda uji umur 21 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 56,07 Mpa berarti telah mencapai 112,15% dan benda uji umur 28 hari dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 65,77 Mpa berarti telah mencapai 131,54%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Buku dan Publikasi :

American Concrete Institute (ACI), 1995. *Materials and General Properties of Concrete*.
ACI Manual of Concrete Practice, Detroit. Michigan.

- Anonimous, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI)*. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat jenderal Cipta Karya, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Dipohusodo, I. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. PT. Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.
- Ferguson P.M., 1991. *Dasar-dasar Beton Bertulang Versi S1*. Erlangga.
- Ghambir, M.L. 1995. *Concrete Technlogy*. Second Edition. Mc. Graw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Imran A., Bukhari and Saeed Ahmad, 2011. *Evaluation of Shear Strength of High-Strength Concrete Beams Without Stirrups*. The Arabian Jurnal Science and Engineering, Volume 33, Number 2B.
- Karwur H.Y., 2012. *Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen*. Skripsi S1 Teknik Sipil. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Kuhu H.Y. 2012. *Kajian Sifat Mekanik Beton Tailing Pada Pengecoran Dalam Air Dengan Menggunakan Bahan Tambah Sikacrete-W*. Skripsi S1 Teknik Sipil. Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Mulyono, T. 2005. *Teknologi Beton*. Andi. Yogyakarta.
- Purwono R., dkk. 2007. *Tata Cara Perhitungan Strutur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) dilengkapi Penjelasan*. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya
- Lin, T. Y dan Burns, Ned. H. 2000. *Desain Struktur Beton Prategang Edisi Ketiga Jilid I*. Jakarta : Binarupa Aksara.
- Nawy, Edward. G. 2001. *Beton Prategang Suatu Pendekatan Mendasar. Jilid I Edisi III*. Terjemahan Bambang Suryoatmono. Jakarta : Erlangga.
- Supriyadi, Bambang dan Seto Muntohar, Agus. 2007. *Jembatan*. Diktat Kuliah Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
2. Internet :
- <http://www.radar-palembang.com/tol-palindra-dimulai> yang diakses tanggal 4 Februari 2017.
- <https://www.scribd.com/doc/57980054/1-Analisa-Finansial-Rencana-Pembangunan-Jalan-Tol-Palembang-Indralaya> diakses tanggal 6 Februari 2017.
- <https://imamnurhibam.wordpress.com/2013/11/08/definisi-dan-penjelasan-umum-girder/> diakses tanggal 8 Februari 2017.
- <http://kawansipil.blogspot.co.id/2016/07/macam-macam-girder-pada-jembatan.html> yang diakses tanggal 20 Februari 2017.