

ANALISIS PRILAKU DAN DISTRIBUSI TEGANGAN PADA SAMBUNGAN PELAT TARIK DENGAN APLIKASI *FINITE ELEMENT*

Sunarjo Leman^{1*}, Tavio² dan Daniel Christianto³

^{1*}Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Let. Jend. S. Parman No. 1, Jakarta

e-mail: sunarjo@ft.untar.ac.id

²Department of Civil Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

e-mail: tavio@its.ac.id

³Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Let. Jend. S. Parman No. 1, Jakarta

e-mail: danielc@ft.untar.ac.id

ABSTRAK

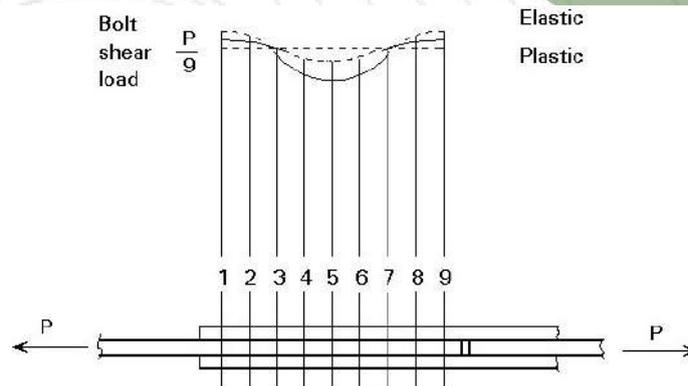
Sambungan pelat dengan beban tarik menggunakan mekanisme baut secara umum banyak digunakan untuk menyambung elemen-elemen struktur karena keterbatasan ukuran profil baja yang tersedia. Penelitian ini membahas bagaimana perilaku dan distribusi tegangan yang terjadi dengan mekanisme baut 9x9 buah pada kondisi elastis. Dari hasil penelitian diperoleh deformasi pada pelat yang disambung mengalami deformasi terbesar pada bagian sudut terluar dari lubang pelat dan berbentuk oval sesuai pada bagian yang tertarik dan tertekan. Baut mengalami deformasi ada bagian baut yang tertarik dan tertekan dalam arah tegak lurus penampang baut, bentuk deformasi antara analisis dengan menggunakan aplikasi *finite element* sama dengan uji laboratorium. Distribusi tegangan pada bagian lubang pelat yang disambung terluar pada bagian sudut memberikan konsentrasi tegangan sejajar gaya bekerja mencapai 4 kali lebih besar sedangkan pada bagian sisi lainnya mencapai 2 kali saja. Tegangan pada baut yang terjadi tidak sampai sebesar yang terjadi pada pelat. Distribusi tegangan tegak lurus arah beban hanya pada bagian lubang terluar yang besar 4 kali lipat, sedangkan pada bagian tengah cenderung rata sekitar 2 kali lipat.

Kata kunci: Sambungan, baut, FEM, pelat

PENDAHULUAN

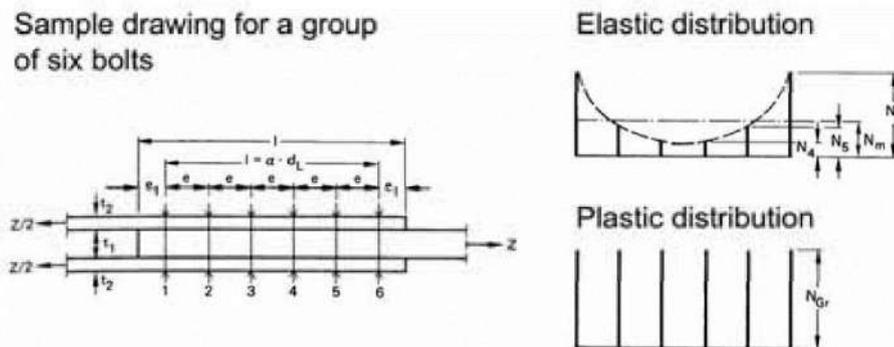
Salah satu material konstruksi bangunan adalah menggunakan material baja. Untuk dapat merangkai menjadi sebuah struktur bangunan sering elemen-elemen struktur harus disambung satu sama lainnya, dikarenakan panjang elemen tidak mencukupi bentangan yang diharapkan. Sambungan antar elemen secara umum dapat merupakan sambungan elemen yang bersifat tarik, tekan, geser dan momen. Pada struktur baja sambungan rangkaian elemen-elemen kecil disatukan sehingga menjadi bagian elemen yang lebih besar. Sambungan selain berperan untuk menyambung elemen menjadi satu, juga berperan untuk dapat menyalurkan gaya tranfer dari satu elemen ke elemen berikutnya melalui pelat penyambung dan mekanisme alat sambungnya yang harus lebih kuat dari elemen yang disambung. Penentuan model sambungan tentu juga akan mempengaruhi bagaimana pemodelan dan analisis struktur yang cocok. (Dewabroto, 2015).

Sebuah sambungan dengan menggunakan pelat penyambung dan baut sebagai mekanisme sambungan pada sebuah sambungan tarik dari beberapa jajaran baut dengan gaya dianggap merata pada seluruh penampang terhadap semua bautnya, namun pada kenyataan distribusi tegangan yang terjadi tidak demikian. Distribusi tegangan dalam kondisi elastis ternyata lebih besar pada baut tepi sebelah luar yang dekat dengan gaya yang bekerja dibandingkan dengan baut pada jajaran baut bagian tengah, seperti Gambar 1 (de Freitas, 2005).



Gambar 13. Distribusi Tegangan Terjadi pada Baut dan Sambungan (Rentang Elastis - Garis Penuh; Rentang Plastis - Garis Putus-Putus) (de Freitas, 2005)

Dengan meningkatnya kekuatan pada pelat dan baut, maka nilai resistensi terhadap deformasi akan semakin rendah (Moze, 2014). Sehingga distribusi tegangan yang terjadi dapat mencapai mendekati kondisi plastis penuh dari gaya dalam yang terjadi, seperti pada Gambar 2. (Ungermann & Schneider, 2008)



Gambar 2. Distribusi Tegangan pada Sambungan Beban Geser (Ungermann & Schneider, 2008)

Penelitian ini untuk mengetahui bagaimana perilaku pelat yang disambung dan baut terhadap deformasi dan tegangan yang terjadi apabila diberikan gaya tarik merata pada pelat. Dalam rumusan masalah adalah bagaimana perilaku deformasi pada pelat, baut dan tegangan yang terjadi pada komponen-komponen pelat yang disambung dan baut dalam kondisi masih elastis. Bagaimana bentuk grafik distribusi tegangan yang terjadi baik dalam arah sejajar gaya dan tegak lurus gaya yang bekerja.

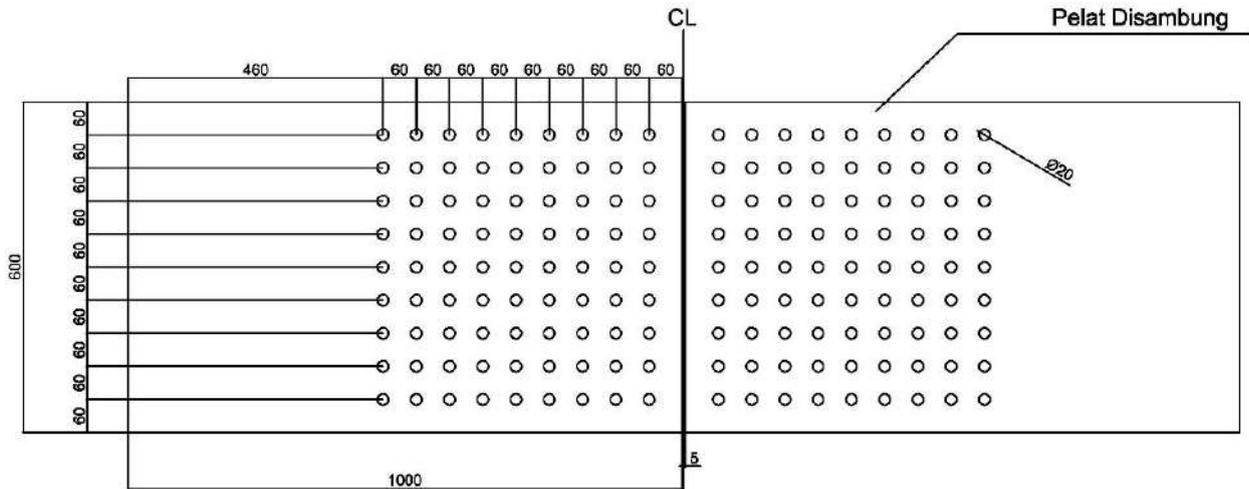
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku deformasi pelat yang disambung dekat gaya yang bekerja dan pada bagian yang terjauh, serta untuk mengetahui bagaimana bentuk distribusi tegangan dalam arah sejajar gaya dan tegak lurus gaya yang bekerja dengan menggunakan aplikasi metode elemen hingga dalam hal ini menggunakan program Autodesk Inventor.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan simulasi dengan aplikasi Autodesk Inventor untuk memodelkan sambungan tarik sederhana menggunakan pelat penyambung gapit dan mekanisme baut. Pemodelan model sambungan menggunakan dua pelat yang disambung dengan pelat penyambung kiri dan kanan, sedangkan mekanisme alat penyambung menggunakan baut. Kondisi analisis dalam keadaan material masih dalam batas elastis untuk dapat melihat perilaku pelat yang disambung dan baut serta tegangan yang terjadi pada komponen-komponen tersebut.

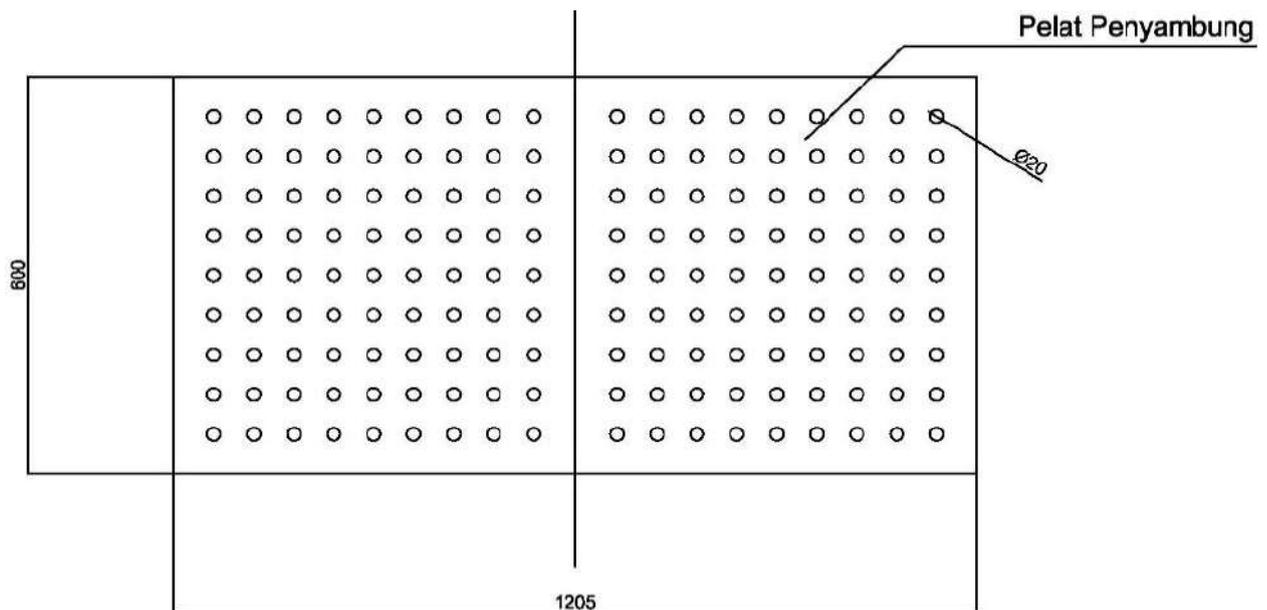
Pemodelan geometri sambungan

Pelat yang mau disambung berukuran panjang x lebar x tebal adalah 1000 mm x 600 mm x 20 mm dengan jumlah dan susunan lubang baut dalam arah horizontal 9 buah dan vertikal 9 buah yang berukuran lubang 20 mm, seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Dimensi Pelat yang Disambung dan Posisi Lubang Baut

Pelat penyambung menggunakan pelat gapit berukuran 1205 mm x 600 mm dan tebal 20 mm, seperti Gambar 4.



Gambar 4. Dimensi Pelat Penyambung dan Posisi Lubang Baut

Model baut dimodelkan dengan seutuhnya sebanyak 162 buah terdiri dari 4 komponen sebagai berikut baut ISO 4014 M20, *washer* 2 buah ISO 7092 ST20 dan mur ISO 4032 M20, dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Baut yang Digunakan Terdiri dari Baut, *Washer* dan Mur

Material properties

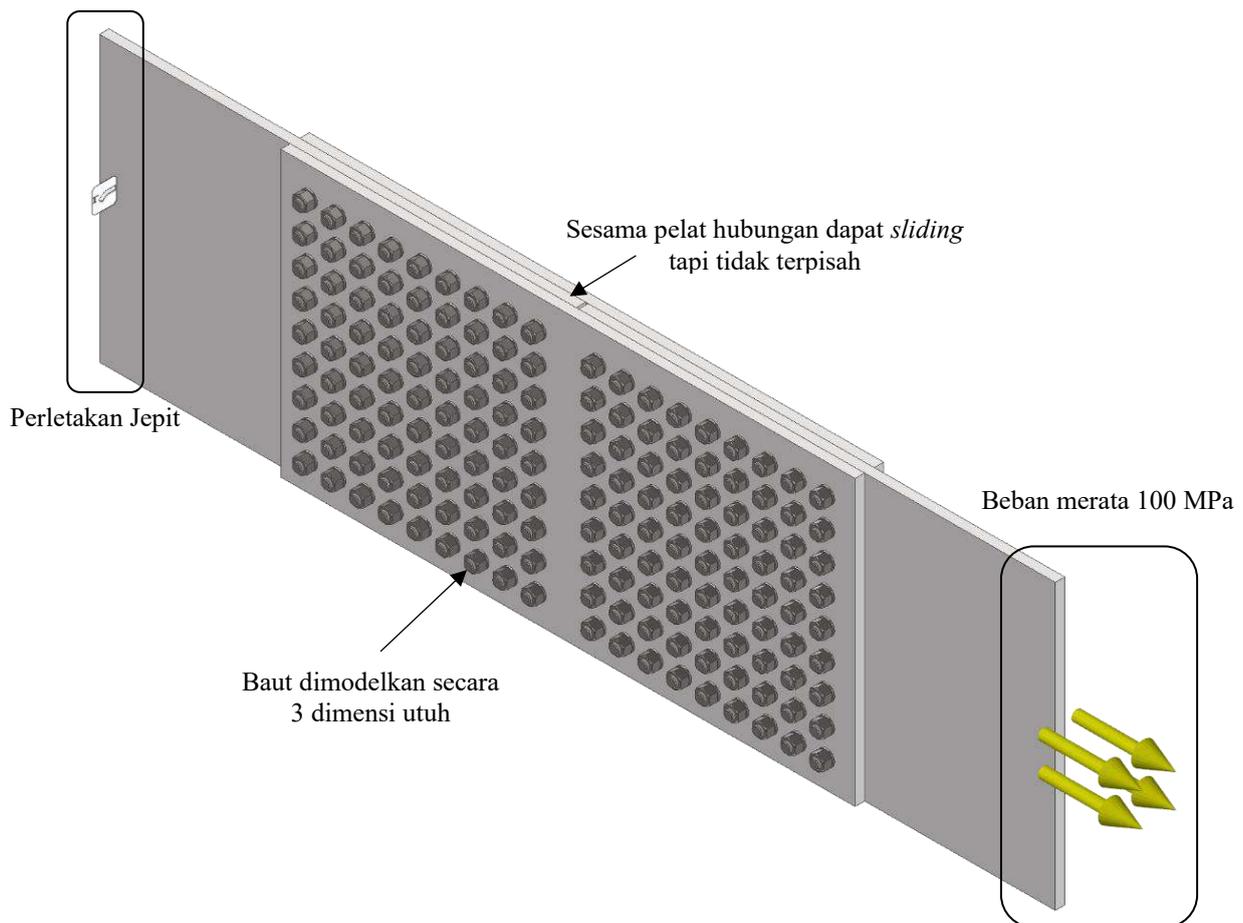
Pelat yang disambung dan pelat menyambung mempunyai *material properties* yang sama, sedangkan untuk mekanisme baut untuk menyambung mempunyai material yang lebih tinggi untuk menghindari runtuh atau *failure* lebih awal, seperti Tabel 1.

Tabel 1. *Material properties*

No.	Komponen	f_y (MPa)	E (GPa)	Poisson Ratio	Weight Density (kN/m^3)
1	Pelat yang disambung	207	210.0	0.30	78.5
2	Pelat penyambung	207	210.0	0.30	78.5
3	Baut ISO 4014 M20	680	206.7	0.27	77.5
4	Mur ISO 4032 M20	680	206.7	0.27	77.5
5	Washer 2 buah ISO 7092 ST20	250	193.0	0.30	80.0

Boundary condition dan loading

Pemodelan sambungan dengan menggunakan elemen hingga memerlukan kondisi syarat batas yang harus dipenuhi seperti hubungan antara pelat yang disambung terpisah dengan jarak 5 mm. Pertemuan antara pelat yang disambung dengan pelat penyambung mempunyai syarat batas menempel tapi bisa terjadi pergerakan *sliding* antara pelat. Sedangkan hubungan baut, mur dan *washer* menempel tapi terpisah dengan pelat yang disambung maupun penyambung dan hanya bisa kontak pada bagian yang bersentuhan sesuai arah deformasi yang terjadi apabila tekan dan terpisah merenggang apabila terjadi tarik. Perletakan jepit diberikan pada satu sisi ujung pelat yang disambung dan beban merata sebesar 100 MPa pada bagian lainnya, seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Model Hubungan Pelat Disambung, Pelat Penyambung, Perletakan Jepit di Kiri dan Beban Merata 100 MPa di Bagian Kanan

Diskritisasi *nodal* dan *element meshing*

Pemodelan pembagian *nodal* dan elemen pada struktur sambungan ini terpisah untuk setiap komponen sesuai dengan model komponen masing-masing. *Nodal* dan elemen pada pelat disambung dan penyambung mempunyai diskritisasi masing-masing tersendiri dengan pembagian *nodal* dan elemen yang lebih rapat pada bagian yang berlubang dan melengkung. Demikian juga dengan baut, mur, *washer* mempunyai diskritisasi tersendiri. Hubungan kontak antara baut, pelat disambung dan penyambung sesuai *boundary* yang sudah ditentukan yang memang disediakan oleh program Autodesk Inventor.

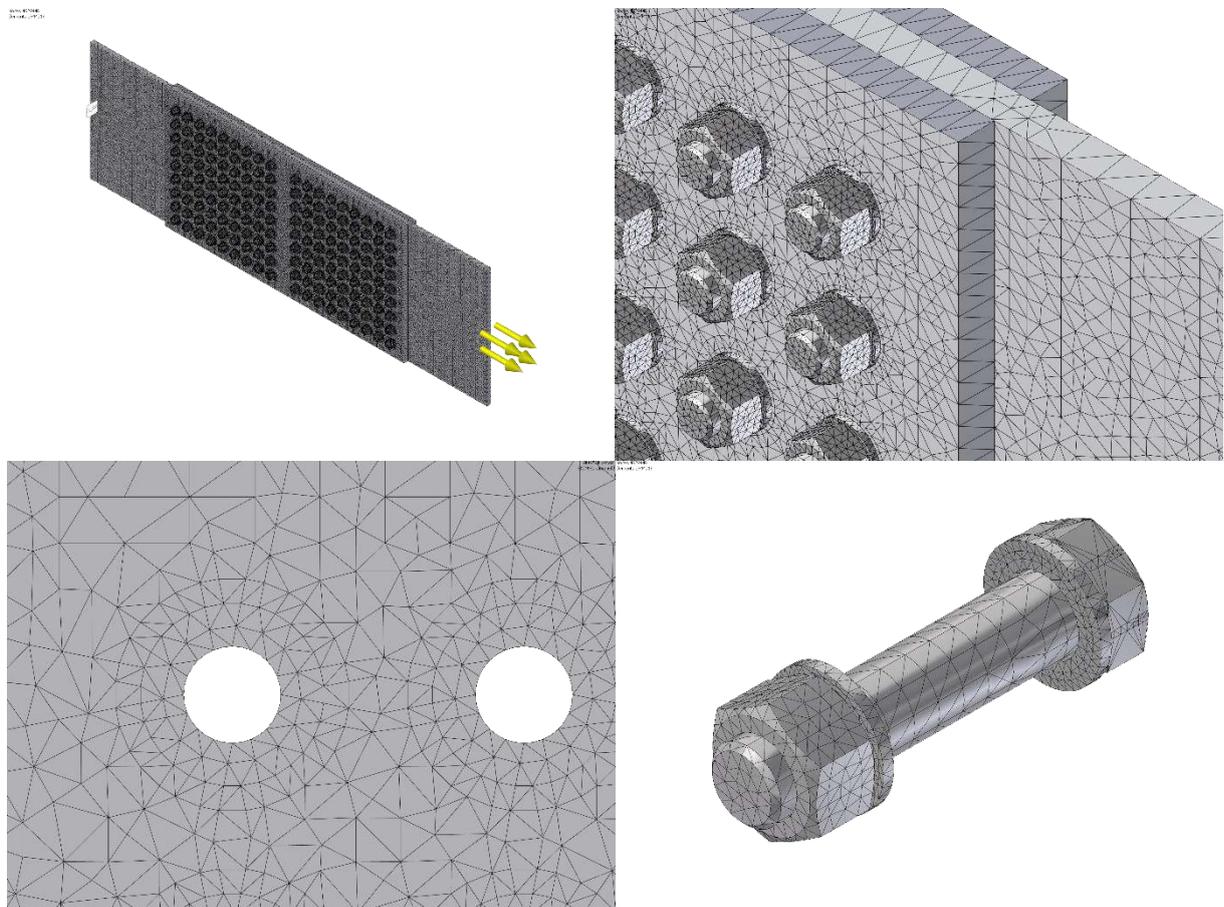
Pemodelan untuk analisis ini memang dibuat mendekati seperti kondisi pelat disambung, pelat penyambung dan juga baut secara lengkap mempunyai mur dan *washer*, dengan demikian diharapkan dapat memberikan hasil perilaku yang mendekati kondisi pada kenyataannya. Jumlah *nodal* pada model adalah sebanyak 4629446 titik *nodal* dan 2844513 elemen *tetrahedron* yang secara otomatis dibentuk, seperti Gambar 7.

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

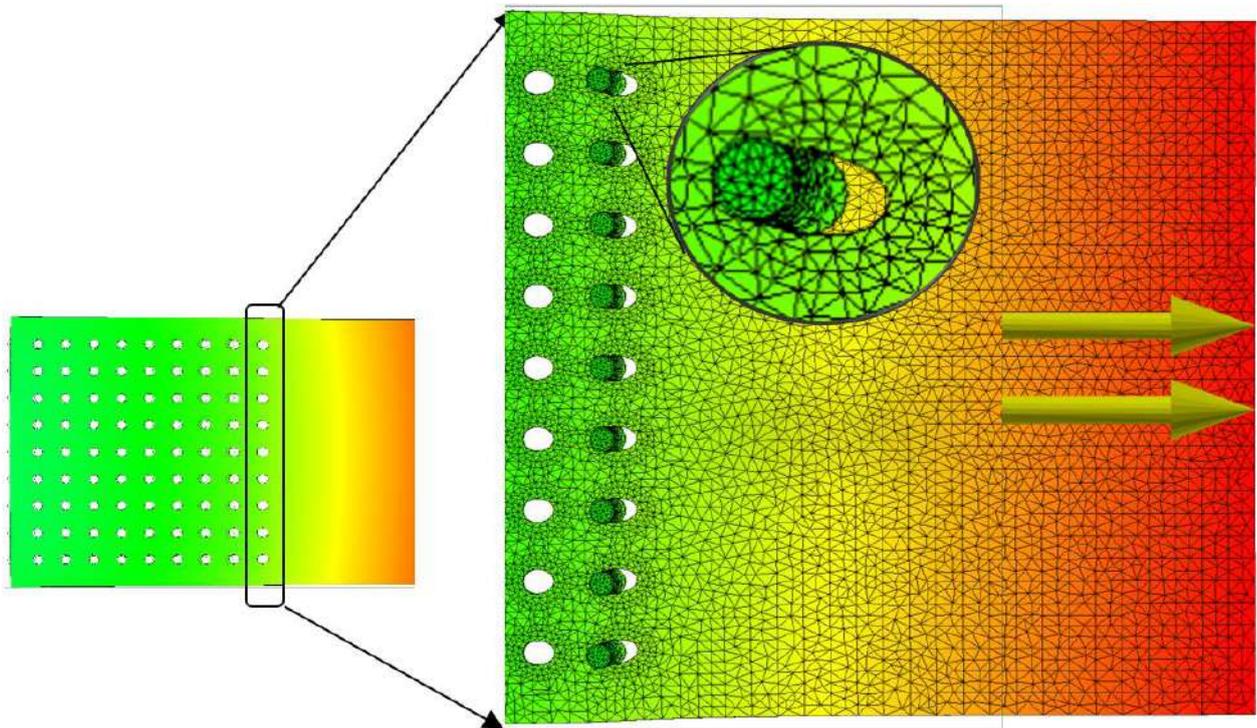
Prilaku deformasi pada pelat sambungan dan baut

Deformasi yang terjadi pada pelat yang disambung dapat dilihat seperti pada Gambar 8.

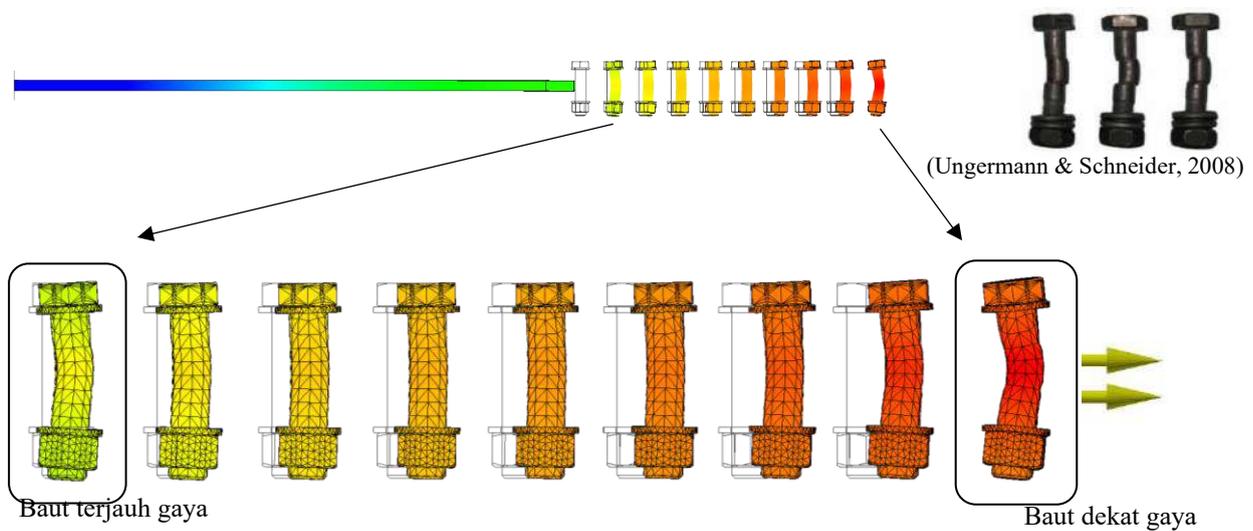
Deformasi pada bagian baut tertekan terjadi pada bagian kontak dengan lubang baut yang menempel di bagian pelat sambungan mengarah ke tengah as pelat mendatar, dimana sisi terluar bagian atas dan bawah lubang tertarik secara maksimal baik dalam arah horizontal dan vertikal menuju as datar pelat. Demikian juga deformasi yang terbesar terjadi di bagian tersebut. Sedangkan deformasi yang terjadi pada baut dapat dilihat bahwa baut yang dekat dengan gaya bekerja mempunyai deformasi yang lebih besar dibandingkan dengan bagian yang lebih jauhnya. Bentuk deformasi baut seperti yang terjadi juga sama seperti pada uji laboratorium, seperti pada Gambar 9.



Gambar 7. Diskritisasi Pelat Sambungan, *Nodal* dan Elemen



Gambar 8. Deformasi Terjadi pada Lubang Baut Kolom Pertama Dekat Gaya Bekerja

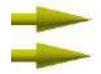


Gambar 9. Deformasi pada Baut Dekat Gaya dan Terjauh Gaya Bekerja

Distribusi tegangan pada pelat sambungan

Tegangan yang terjadi pada pelat yang disambung terdapat konsentrasi tegangan mencapai 4 kali lebih besar dari tegangan dari beban yang diberikan pada sisi bagian luar dekat pembebanan. Pada sisi bagian dalam juga mengalami kenaikan tegangan tapi tidak sebesar sisi luar yang mencapai 2 kali dari tegangan akibat dari beban, seperti tabulasi Gambar 10.

395.8	177.2	301.2	58.8	48.3	48.6	62.1	95.7	217.6	217.6	95.7	41.6	41.3	58.8	301.2	177.2	395.8
305.9	136.9	45.5	25.1	23.5	24.2	35.1	78.4	170.5	170.5	78.4	24.2	23.5	25.1	45.5	136.9	305.9
274.1	126.5	56.5	22.6	15.4	14.1	32.6	51.4	150.3	150.3	51.4	14.1	15.4	22.6	56.5	126.5	274.1
276.6	121.8	52.3	25.4	14.3	14.9	31.0	68.1	154.2	154.2	68.1	14.9	14.3	25.4	52.3	121.8	276.6
274.5	108.2	52.6	24.5	13.7	15.0	30.0	65.4	149.9	149.9	65.4	15.0	13.7	24.5	52.6	108.2	274.5
276.6	121.8	52.3	25.4	14.3	14.9	31.0	68.1	154.2	154.2	68.1	14.9	14.3	25.4	52.3	121.8	276.6
274.1	126.5	56.5	22.6	15.4	14.1	32.6	51.4	150.3	150.3	51.4	14.1	15.4	22.6	56.5	126.5	274.1
305.9	136.9	45.5	25.1	23.5	24.2	35.1	78.4	170.5	170.5	78.4	24.2	23.5	25.1	45.5	136.9	305.9
395.8	177.2	301.2	58.8	48.3	48.6	62.1	95.7	217.6	217.6	95.7	41.6	41.3	58.8	301.2	177.2	395.8



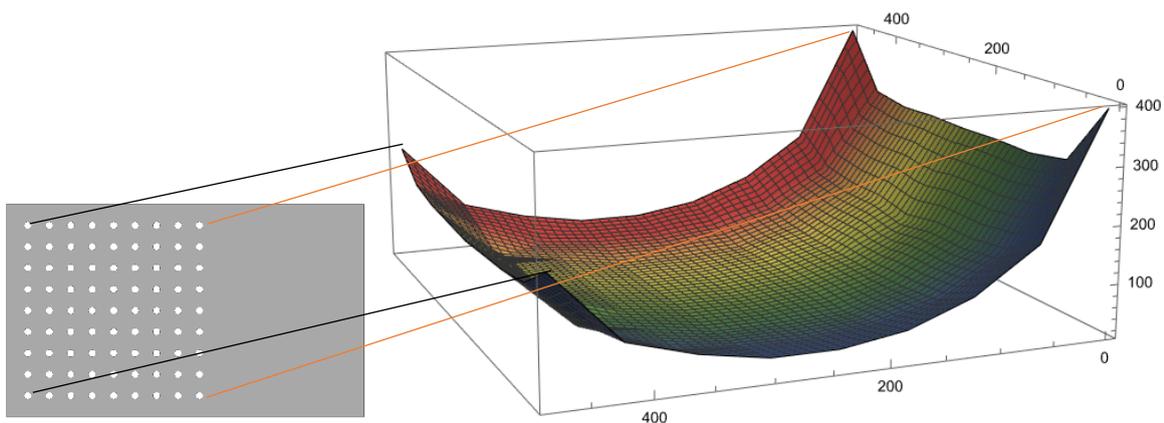
Gambar 10. Tabulasi Besar Tegangan SXX Arah Seजार Beban (MPa)

Tegangan SXX arah sejajar beban dapat digambarkan sebagai kurva parabolik yang saling bertolak belakang pada pelat yang disambung, dimana tegangan terbesar pada sisi atas dan bawah terluar dari lubang-lubang pelat yang disambung. Besar tegangan tidak simetris antara kedua bentuk pada pelat yang disambung, bagian terbesar ada di sisi-sisi luar dekat beban dan bagian perletakan, seperti pada Gambar 11.



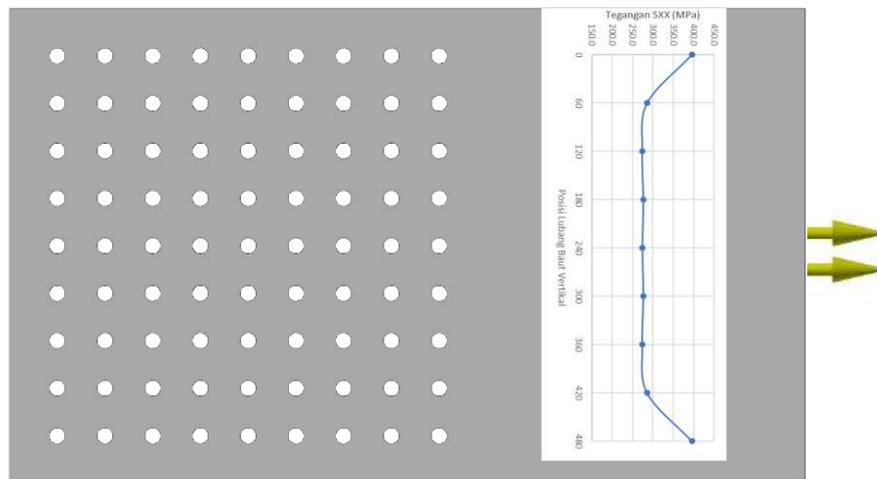
Gambar 11. Distribusi Besar Tegangan SXX Pinggir Atas dan Bawah Terluar (MPa)

Distribusi tegangan pada salah satu pelat yang disambung secara 3 dimensi dapat di gambarkan seperti Gambar 12.



Gambar 12. Distribusi tegangan SXX secara 3 Dimensi (MPa)

Sedangkan distribusi tegangan arah vertikal atau tegak lurus beban pada bagian pinggir luar atas dan bawah bisa mencapai 4 kali dari beban bekerja, sedangkan pada bagian tengah cenderung rata sekitar 2 kali saja, dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Distribusi tegangan SXX arah vertikal tegak lurus beban (MPa)

Sedangkan distribusi tegangan pada baut lebih kecil dari semua tegangan yang terjadi pada pelat yang disambung maupun pelat penyambung.

KESIMPULAN

Pada penelitian perilaku dan distribusi tegangan pada pelat sambungan tarik dapat disimpulkan bahwa deformasi yang terjadi pada pelat yang disambung mengalami deformasi yang terbesar pada bagian sudut-sudut lubang yang terluar dekat dengan beban bekerja. Bentuk deformasi lubang baut menjadi oval karena tarikan yang terjadi pada pelat dan bentuk deformasi baut sesuai antara analisis menggunakan metode elemen hingga dengan pengujian laboratorium. Konsentrasi tegangan terbesar arah horizontal sejajar beban terjadi pada daerah lubang pelat yang disambung dapat mencapai 4 kali dari besar beban yang bekerja di bagian dekat beban tarik dan pada bagian dalam tidak sama besar hanya mencapai sekitar 2 kali. Pada vertikal tegak lurus beban tegangan terbesar terjadi di bagian lubang-lubang terluar dan pada bagian dalam cenderung merata dengan besar 2 kali dari beban yang bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- de Freitas, S. T. (2005). Experimental research project on bolted connections in bearing for high strength steel. Delft University of Technology. <http://resolver.tudelft.nl/uuid:ccb8d1ae-1206-4697-9cc1-cf88f4e96fb7>
- Dewobroto, W. (2015). Struktur baja perilaku, analisis & desain - AISC 2010. Lumina Press, Jakarta.
- Moze, D. B. P. (2014). "A complete study of bearing stress in single bolt connections". *Journal of Constructional Steel Research*, Vol. 95, 126-140. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2013.12.002>
- Ungermann, D., & Schneider, S. (2008). "Experimental research on bolted joints in high strength steel members". *Proceedings of the Sixth International Workshop*, Chicago, 23-25 Juni 2008, 31-40.

ANALISIS TIDAK TERCAPAINYA MUTU BETON K-250 DENGAN PENGGUNAAN AGREGAT DARI QUARRY SUNGAI ABUKAREI SERUI

Mamik Wantoro¹

¹*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Yapis Papua
Jl. DR. Sam Ratulangi No 11 Dok V Atas, Tlp. (0967) 534012, 550355, Jayapura - Papua
¹mam_wanto@yahoo.co.id*

ABSTRAK

Dalam dunia konstruksi, beton merupakan salah satu komponen struktur yang paling sering digunakan sampai saat ini, baik untuk bangunan gedung, jembatan maupun dermaga. Beton merupakan suatu elemen dalam konstruksi sebagai bagian dari struktur sederhana yang dibentuk oleh campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar yang berupa batu pecah atau kerikil, udara serta bahan campuran tambahan (admixture) jika di perlukan sehingga akan membentuk masa padat. Beton banyak digunakan dalam suatu kegiatan proyek konstruksi karena beton lebih mudah dibentuk dalam pengerjaannya, bahan-bahan mudah didapat, mudah perawatannya dan tentunya harga lebih murah dari pada konstruksi baja. Mutu beton sangat dipengaruhi oleh bahan penyusunnya, komponen utama bahan penyusun tersebut berupa semen, pasir, kerikil dan air. Selain bahan tersebut, tanpa di sengaja terdapat juga bahan lain ke dalam adukan yaitu lumpur. Dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PB1-NI2- 1971) menyatakan bahwa agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% sedangkan untuk agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%. Di lapangan, sering kali persyaratan tersebut diabaikan, sehingga dalam pembuatan beton dimungkinkan masih adanya kandungan lumpur yang terdapat dalam pasir, akibatnya mutu beton yang dihasilkan tidak sesuai dengan mutu beton yang dikehendaki. Serui adalah sebuah ibukota dari Kabupaten Kepulauan Yapen, yang berada di Provinsi Papua, Indonesia. Di Kota Serui terdapat bahan-bahan dasar yang dapat dipergunakan untuk pembuatan beton, dalam hal ini material alam yang berasal dari Quarry Abokarei. Untuk mengetahui apakah pasir tersebut bisa digunakan untuk kebutuhan konstruksi tentunya harus melalui suatu pengujian laboratorium. Dalam penelitian ini pengambilan material agregat dilakukan di quarry Abokarei, Kota Serui, selanjutnya dilakukan pengujian di Laboratorium Universitas Yapis Papua. Berdasarkan hasil uji laboratorium tersebut diantaranya Modulus Kehalusan dari saringan No.4 sampai dengan No.200 adalah 3,06%, dan kadar lumpur agregat halus sebesar 9,97%, dengan hasil pengujian tersebut dilanjutkan pada perancangan kekuatan beton yang akan dikehendaki. Dalam hal ini perancangan beton kekuatan yang diinginkan adalah K-250, proses Mix Desain Beton untuk volume 1m³ untuk beton normal metode SNI 7394:2008 dengan berat total adalah 2487 Kg didapatkan untuk Air 185 liter, semen 353 Kg, agregat halus 717 Kg, dan agregat kasar 1032 Kg. hasil uji tekan yang dilakukan ternyata tidak memenuhi kekuatan yang dikehendaki hal ini disebabkan kandungan kadar lumpur yang terkandung di agregat melebihi yang di pesyaratkan.

Kata kunci : beton, quarry abukarei, tekan beton.

PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang paling sering digunakan dalam struktur bangunan moderen saat ini. Elemen struktur bangunan yang biasa menggunakan beton adalah seperti kolom, balok, pelat, pondasi dan elemen struktur lainnya. Perkembangan teknologi semakin maju dan semakin pesat terutama dalam hal perancangan beton mengakibatkan perancangan beton dicari dalam mutu dan kualitas. Setiap perkerjaan beton tentunya ada prosedur yang harus dilaksanakan baik dari segi kekuatan maupun untuk perkerjaan beton, yang dipakai dalam suatu proyek pembangunan.

Untuk wilayah di Kota serui Kabupaten Yapen, penggunaan bahan atau material untuk beton seperti pasir dan kerikil terdapat di beberapa tempat salah satunya adalah Quarry Sungai Abokarei, Serui – Kabupaten Kepulauan Yapen. Untuk menghasilkan kualitas beton dengan mutu yang baik maka harus dilakukan pengujian yang diawali dengan perencanaan campuran beton (Job Mix Design). Rancangan campuran



beton dimaksudkan untuk menghasilkan suatu komposisi penggunaan bahan yang minimum dengan kekuatan yang maksimal dengan tetap mempertimbangkan kriteria standar mutu beton dan ekonomis jika ditinjau dari aspek biaya keseluruhannya.

Mutu bahan sebagai komposisi campuran beton di masing-masing daerah memiliki perbedaan tertentu, seperti kerikil, pasir dan tipe semen yang digunakan sangat berpengaruh pada mutu beton yang direncanakan. Mutu dari masing – masing bahan untuk komposisi beton dapat diketahui melalui pengujian Laboratorium Bahan Bangunan. Material alam yang berasal dari Quarry Sungai Abokarei sudah dimanfaatkan oleh sebagian besar masyarakat Serui Kabupaten Kepulauan Yapen, bahkan sebagian masyarakat di Kota serui telah memanfaatkannya untuk pembangunan infrastruktur. Di satu sisi belum diketahui oleh masyarakat yang telah menggunakan material alam Quarry Sungai Abokarei sebagai bahan dasar campuran beton untuk pembangunan infrastruktur, oleh karena itu perlu adanya suatu studi penelitian tentang Pengujian Komposisi Campuran Beton Mutu K-250 Berdasarkan SNI 7394:2008 dengan Menggunakan Material Alami Quarry Sungai Abokarei.

DEFINISI BETON

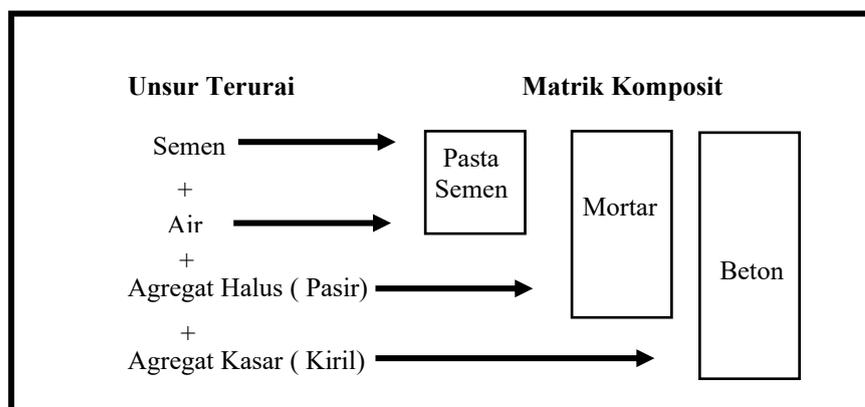
Beton merupakan campuran antara semen portland, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan sehingga membentuk masa yang padat. Sebagai bahan konstruksi beton mempunyai keunggulan dan kelemahan, keunggulan beton antara lain : Harganya relatif murah Mampu memikul beban yang berat , Mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi , Biaya pemeliharaan/perawatannya kecil.

Kelemahan beton antara lain : Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan, atau tulangan kasa (meshes) , Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton , Bentuk yang telah dibuat sulit diubah ,Berat ,Daya pantul suara yang besar , Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kualitas beton untuk mencapai kualitas yang baik yaitu: Kualitas semen , Proporsi semen terhadap campuran, Kekuatan dan kebersihan agregat, Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat, Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton, Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton, Perawatan beton, Kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton.

Material Penyusun Beton

Sebagai material komposit, ada 3 sistem umum yang melibatkan semen, yaitu pasta semen, mortar dan beton.



Gambar 1 Unsur – Unsur Pembuat Beton
Sumber : Teknologi Beton, 2007

Semen portland

Menurut Standar Industri Indonesia (SII 0013-1981), definisi Semen Portland adalah suatu bahan pengikat hidrolis (hydraulic binder) yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Jenis – jenis semen Portland

Tipe I, semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya. Digunakan untuk bangunan-bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus. Jenis ini paling banyak diproduksi karena digunakan untuk hampir semua jenis konstruksi.

Tipe II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi dengan tingkat sedang. Digunakan untuk konstruksi bangunan dan beton yang terus-menerus berhubungan dengan air kotor atau air tanah atau untuk pondasi yang tertahan di dalam tanah yang mengandung air agresif (garam-garam sulfat).

Tipe III, semen portland yang memerlukan kekuatan awal yang tinggi. Kekuatan 28 hari umumnya dapat dicapai dalam 1 minggu. Semen jenis ini umum dipakai ketika acuan harus dibongkar secepat mungkin atau ketika struktur harus dapat cepat dipakai.

Tipe IV, semen portland yang penggunaannya diperlukan panas hidrasi yang rendah. Digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan dimana kecepatan dan jumlah panas yang timbul harus minimum. Misalnya pada bangunan seperti bendungan gravitasi yang besar.

Tipe V, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut serta untuk bangunan yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat dalam persentase yang tinggi.

Agregat

Agregat merupakan bahan-bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, yaitu berkisar 60%-70% dari volume beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar sehingga karakteristik dan sifat agregat memiliki pengaruh langsung terhadap sifat-sifat beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (workable), kuat, tahan lama (durable) dan ekonomis. Jika pada permukaan agregat halus mengandung lumpur maka lumpur ini akan menghalangi lekatan antara pasta semen dengan permukaan agregat halus, yang berakibat kekuatan mortar berkurang, dan akhirnya kuat tekan beton juga akan ikut berkurang. Mengingat mekanisme mortar pada agregat kasar yang tertekan adalah mekanisme bertumpu maka adanya lumpur pada agregat kasar tidak besar pengaruhnya dibandingkan dengan adanya lumpur pada agregat halus karena mekanisme agregat halus dengan pasta semen adalah mekanisme lekatan. Semakin banyak kandungan lumpur pada agregat halus maka kekuatan beton akan semakin berkurang. Keberadaan lumpur pada agregat halus adalah tidak dapat dihindarkan karena agregat halus diperoleh dari sumber daya alam yang terdapat didalam tanah atau di sungai sehingga tidak bebas dari kandungan lumpur. Karena keberadaan pasir tidak bebas dari kandungan lumpur maka yang dilakukan adalah membatasi kandungan lumpur ini agar kekuatan beton tidak berkurang secara ekstrim. Pembatasan kadar kandungan lumpur pasir dalam campuran beton terdapat perbedaan dari berbagai standar, hal ini menunjukkan bahwa lumpur merupakan sifat yang merugikan pada campuran beton khususnya pada kekuatan, apabila kandungan lumpur pada pasir melebihi batas yang disyaratkan maka kekuatan yang direncanakan tidak akan sesuai harapan maka dari itu, perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui seberapa besar sebenarnya kandungan lumpur dalam pasir dalam campuran beton yang menyebabkan kuat tekan beton mengalami penurunan

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (artificial aggregates). Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.80 mm (British Standard) atau 4.75 mm (Standar ASTM). Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm (4.75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4.80 mm (4.75 mm). Agregat yang digunakan dalam

Mutu Beton K-250

Beton dengan mutu K-250 menyatakan kekuatan tekan karakteristik minimum adalah 250 kg/cm² pada umur beton 28 hari, dengan menggunakan silinder beton ukuran diameter 15 cm Tinggi 30 cm. Mengacu pada SNI 1974 : 2011

Sifat dan Karakteristik Campuran Beton

Beberapa sifat dan karakteristik campuran beton yang perlu diperhatikan antara lain adalah

Sifat dan karakteristik bahan penyusun

Selain kekuatan pasta semen, hal lain yang perlu menjadi perhatian adalah agregat. Proporsi campuran agregat dalam beton adalah 70-80%, sehingga pengaruh agregat akan menjadi besar, baik dari sisi ekonomi maupun dari sisi tekniknya. Semakin baik mutu agregat yang digunakan, secara linier dan tidak langsung akan menyebabkan mutu beton menjadi baik, begitu juga sebaliknya. Jika melihat fungsi agregat dalam campuran beton hanya sebagai pengisi maka diperlukan suatu sifat yang saling mengikat dan saling mengisi (interlocking) yang baik, hal ini dapat tercapai jika bentuk permukaan dan bentuk agregatnya memenuhi syarat yang diberikan baik itu syarat ASTM, ACI dan SII.

Metode pencampuran, Perawatan , Kondisi pada saat pengerjaan pengecoran

Perawatan dan Pengujian Kuat Tekan Beton

Perawatan dapat diartikan sebagai langkah-langkah perlindungan yang diberikan pada beton. Langkah perlindungan ini dapat berupa pemberian lapisan pelindung agar gangguan luar dapat diperkecil. Perlindungan ini dapat berupa pengecatan (coating), pemlesteran, pemberian lapisan penutup karet dan baja.

Fungsi utama dari perawatan beton adalah untuk menghindarkan :

- Kehilangan air semen yang banyak ketika pekerjaan beton berlangsung pada saat-saat setting time concrete.
- Kehilangan air akibat penguapan pada hari-hari pertama
- Perbedaan suhu beton dengan lingkungan agar terjaga.

Untuk menanggulangi kehilangan air dalam beton ini, langkah-langkah perbaikannya dapat dilakukan dengan perawatan. Beton harus dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kuat tekan rata-rata yang disyaratkan. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, beton yang telah dirancang campurannya harus diproduksi sedemikian rupa sehingga memperkecil frekuensi terjadinya mutu beton yang di hasilkan lebih rendah dari f'c seperti yang telah disyaratkan. Kriteria penerimaan beton tersebut harus pula sesuai standar yang berlaku. Menurut Standar Nasional Indonesia, kuat tekan harus memenuhi 0,85 f'c untuk kuat tekan rata-rata dua silinder dan memenuhi f'c+0,82 s untuk rata-rata empat buah benda uji yang berpasangan.

Kekuatan tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton diawali oleh tegangan maksimum P pada saat beton telah mencapai umur 28 hari. Nilai kuat tekan didapat melalui tata cara pengujian standar, yaitu dengan menggunakan mesin uji kuat tekan beton. Beban yang diberikan akan dipikul oleh silinder diameter 15 cm tinggi 30 cm sehingga memberikan tegangan sebesar:

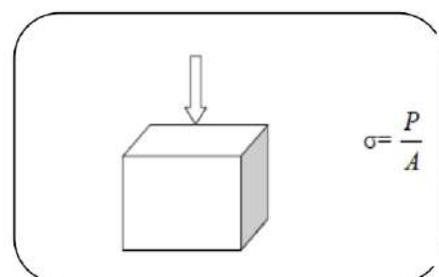
$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana :

σ = Kuat tekan benda uji beton (kg/cm²)

P = Besarnya beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)



Gambar 3 Pengujian Kuat Tekan Beton



METODE PENELITIAN

Penelitian dan pengambilan material agregat dilakukan di quarry sungai Abokarei kota serui kabupaten Yapen, yang selanjutnya dilakukan pengujian Laboratorium yaitu di Laboratorium Universitas Yapis papua. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah peneliti melakukan penelitian di Laboratorium dengan cara meneliti, mempelajari dan menganalisa.

Alat dan Bahan Yang Di Gunakan Dalam Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- Satu set saringan

Saringan berfungsi untuk mendapatkan variasi gradasi agregat lolos dan tertahan. Saringan digunakan untuk pengujian gradasi agregat kasar dan halus serta berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

- Timbangan

Timbangan adalah alat yang digunakan untuk mengukur berat suatu benda. Timbangan digunakan untuk menimbang agregat yang akan diuji.

- Kerucut Abrams

Kerucut Abrams adalah tongkat besi dan pelat baja yang digunakan pada slump test. Slump test dilakukan untuk mengetahui kekentalan adukan beton. Kerucut Abrams ini memiliki diameter atas 100 mm, diameter bawah 200 mm dan tinggi 300 mm.

- Picnometer

Picnometer digunakan pada uji berat jenis dan penyerapan agregat halus. Hasil perhitungan pada pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus ini menghasilkan nilai berat jenis SSD (Saturated surface dry), berat jenis kering, berat jenis jenuh dan persentase absorpsi. Kondisi SSD adalah kondisi jenuh agregat dan kering pada permukaan.

Cetakan Silinder yang digunakan pada penelitian ini berukuran diameter 15 cm tinggi 30 cm.

Bahan yang menjadi objek penelitian ini adalah agregat kasar dengan ukuran 1/1, 1/2, 2/3 dari stone crusher dan agregat halus (pasir) di daerah quarry sungai Abokarei, Serui, Kabupaten Yapen. Bahan lain yang digunakan adalah semen dan air.

Jenis Material

Semen

- Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Tipe I (Semen Bosowa PCC)
- Agregat Halus (Pasir)
- Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir yang berasal dari quarry sungai Abokarei.
- Agregat Kasar (Batu Pecah)
- Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah batu pecah hasil stone crusher dari quarry abokarei

Air

Air yang digunakan pada penelitian ini adalah air bersih yang berada di Laboratorium pengujian.

Bagan alir penelitian



Gambar 4 Bagan Alir Penelitian

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, serta tahap analisa dan pembahasan.

Tahap Persiapan

Pada tahap ini, seluruh bahan dan peralatan yang digunakan dipersiapkan terlebih dahulu agar percobaan dapat berjalan dengan lancar, termasuk penyediaan agregat kasar, penyediaan agregat halus, Pada tahap persiapan yang dilakukan sebagai berikut :

- Pemeriksaan agregat halus (Pasir), meliputi : Uji dan analisis sesuai SK SNI yaitu analisa saringan, kadar air asli dan kadar air Saturated Surface Dry (SSD), kadar lumpur, berat isi asli dan SSD, berat jenis asli dan SSD.
- Pemeriksaan agregat kasar, meliputi : Uji dan analisis sesuai SK SNI yaitu analisa saringan, kadar air asli dan kadar air Saturated Surface Dry (SSD), kadar lumpur, berat isi asli dan SSD, berat jenis asli dan SSD.
- Mix design dengan menggunakan perbandingan metode SNI 03-2834-2000 tentang “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”, dan proporsi campuran berdasarkan SNI 7656:2012 setelah semua data yang diperlukan pada pemeriksaan bahan campuran diperoleh.
- Tahap Pelaksanaan
- Pengujian Bahan Pencampur Beton

- Pengujian dan pemeriksaan bahan pencampur beton diantaranya sebagai berikut:
- Pengujian Analisa Saringan Agregat
- Pengujian Berat Jenis Material

HASIL DAN PEMBAHASAN

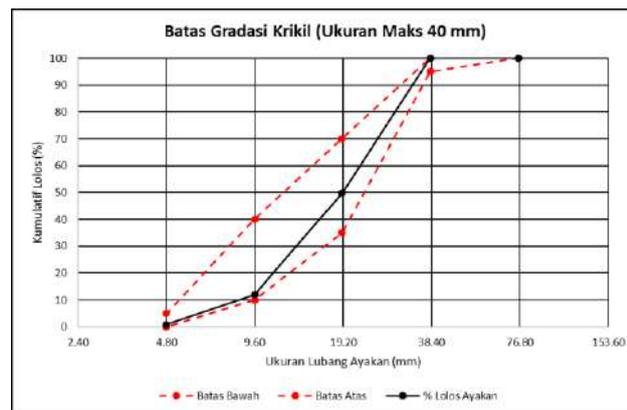
Hasil Pemeriksaan Material

Concrete Mix Design adalah proses menentukan komposisi campuran adukan beton berdasarkan data-data dari bahan dasar untuk beton. Kadar agregat kasar, agregat halus, semen dan air ditentukan terlebih dahulu untuk perancangan campuran mutu beton K-250. Adapun hasil pengujian antara lain: analisa saringan, berat jenis, berat isi agregat, keausan agregat dengan mesin Los Angeles, kadar air dan kadar lumpur. Dari hasil pengujian didapat data-data sebagai berikut:

Analisa Saringan Agregat

Agregat Kasar

Dari hasil Analisis saringan menggunakan PB-0210-76: ASTM C-136-46 didapat nilai modulus kehalusan sebesar 8.15.

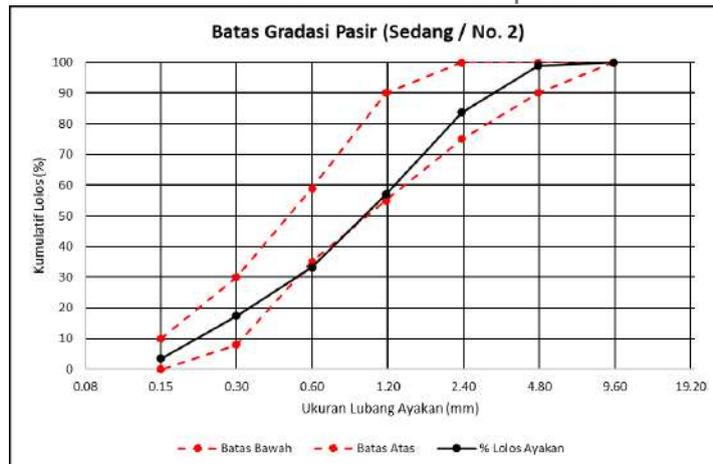


Sumber : Grafik 8 dalam SNI-03-2834-2000
Gambar 5 Grafik Kumulatif Analisa Saringan agregat Kasar

Dari hasil grafik diatas bahwa agregat kasar masuk pada gradasi batu pecah ukuran butiran maksimum 40 mm.

Agregat Halus

Dari hasil Analisis saringan menggunakan PB-0210-76: ASTM C-136-46 didapat nilai modulus kehalusan sebesar 3.06.



Sumber : Grafik 4 dalam SNI-03-2834-2000
 Gambar 6 Grafik Kumulatif Analisa Saringan agregat Halus (Daerah Gradasi No. 2)

Dari hasil grafik diatas bahwa agregat halus masuk pada batas gradasi pasir (sedang) No. 2.

Hasil Perhitungan Mix Design SNI 03- 2834-2000

Kuat tekan rencana K-250 (20,35 Mpa) umur 28 hari

K-250 adalah mutu beton rencana penelitian dengan kuat tekan 250 kg/ cm². K-250 kalau dikonversi dalam nilai benda uji silnder menjadi 20,36 Mpa.

Perhitungan $F'c = 250 \times 0,0981 \times 0,83 = 20,35 \text{ Mpa}$

Kuat tekan yang ditargetkan 32.23 Mpa

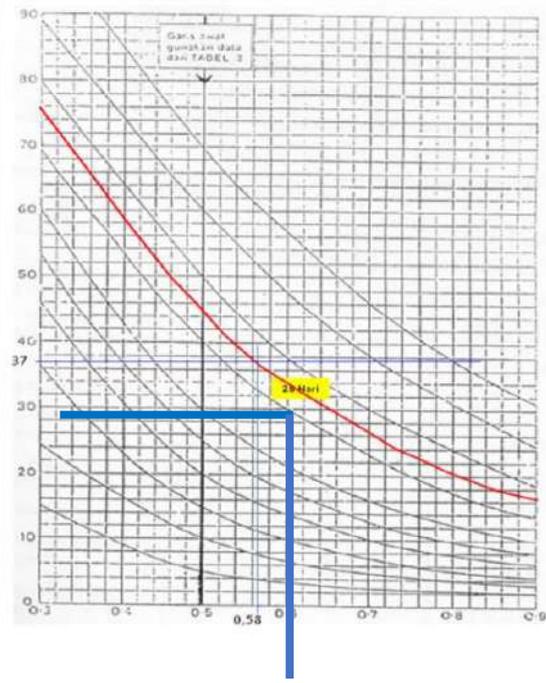
Kuat tekan setelah ditambahkan dengan margin (nilai tambah dari kuat tekan rencana) menurut SNI 03-2834-2000 butir 4.2.3.1.2 point 5, lihat lampiran SNI 03- 2834-2000

Jumlah Semen 353 Kg

Jumlah semen = $205/0,58 = 353 \text{ Kg}$

Diperoleh dari hasil bagi jumlah air dan faktor air semen. Jumlah air dan Fas yang digunakan menurut tabel dan grafik berikut:

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205



Jumlah air 185 L

Didapat dari hasil koreksi menggunakan persamaan table 3, butir 4.2.3.4

$$\text{Air} = (2/3) \times W_h \times (1/3) \times W_k$$

$$= (2/3) \times 175 \times (1/3) \times 205 = 185 \text{ L}$$

Berat Isi Beton Grafik 16 = 2287 kg/m³

Kadar agregat gabungan = 2287 – (185 + 353) = 1749 kg

Proporsi agregat halus (Pasir) 717 kg didapat dari hasil grafik 13 sd 15 di dapatkan 41 %

Agregat halus = 0,41 % x 1.749 = 717.09 kg

Proporsi agregat kasar 1.032 Kg

Didapat dari hasil koreksi menggunakan persamaan 2.22

Agregat kasar = 1.749– 717 kg = 1.032 kg

Hasil Pengujian Slump

Cara pengujian slump mengikuti SNI 03-1972-1990. Hasil pengujian berdasarkan proporsi campuran yang direncanakan adalah sebagai berikut:

Proporsi campuran dari SNI 03-2834- 2000 yang telah dihitung menghasilkan slump 12 dan dikategorikan pada bentuk slump sebenarnya seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 8 Pengujian Slump dengan Mix design SNI 03-2834-2000

Hasil Uji Kuat Tekan

Kuat tekan yang disyaratkan (f^c) sebesar 20,36 Mpa atau setara K-250 untuk benda uji silinder. Pengujian kuat tekan sampel diambil pada umur 14 hari kemudian dikonversikan ke umur 28 hari. Pengujian dilakukan di Laboratorium Universitas Yapis Papua. Hasil uji kuat tekan dapat dilihat pada tabel perhitungan berikut.

Tabel 4.1 Hasil Uji Kuat Tekan

Sampel	Umur Pengujian	Hasil Kuat Tekan (kg/cm ²)			Rata – Rata Kuat Tekan 28 Hari
		14 Hari	21 Hari	28 Hari	
S1	14 Hari	132,57	144,63	150,65	162,25
S2	14 Hari	150,00	163,64	170,46	
S3	14 Hari	145,75	159,01	165,63	

Didapatkan rata rata dari kuat tekan beton pada umur 28 hari di perkirakan sekitar 162,25 kg/cm². Dalam Pedoman Beton 1989 pasal 4.7 tercantum bahwa pelaksanaan beton dapat diterima jika hasil kekuatan tekan betonnya memenuhi 2 syarat yang diberikan, nilai-nilainya sebagai berikut.

Nilai rata-rata dari semua pasangan hasil uji kurang dari $f^c + 0,82s$

2) Dari benda uji yang nilainya kurang dari $0,85 f^c$

Analisa penyebab tidak tercapainya mutu mix desain beton K-250

Analisa kadar lumpur pada agregat

Analisa kadar lumpur pada agregat halus.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Subyek : Pengujian Agregat Halus		Tgl Pengujian : 12 Juni 2023
Topik : Kadar Lumpur		Penguji : Mamik Wantoro
Referensi : Dengan Cara Pengendapan		Keterangan :
A	Volume Pasir + Volume Lumpur (Setelah Pengendapan)	90,00 gr
B	Volume Pasir (Setelah Pengendapan)	81,00 gr
C	Volume Lumpur (A-B)	9,00 gr
Kadar lumpur = $\frac{C}{A} \times 100$		10 %

Analisa kadar lumpur pada agregat kasar.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Subyek : Pengujian Agregat Kasar		Tgl Pengujian : 12 Juni 2023
Topik : Kadar Lumpur		Penguji : Mamik Wantoro
Referensi : Dengan Cara Pencucian		Keterangan :
A	Volume Kerikil + Volume Lumpur (Setelah Pencucian)	1000,00 gr
B	Volume Pasir (Setelah Pengendapan)	982,00 gr