ISSN : 2460-335X
e-ISSN: 2686-6587

PEMODELAN DAN ANALISIS PERILAKU PULL OUT PADA BETON NORMAL DAN BETON MUTU SANGAT TINGGI (UHPC) TERHADAP VARIASI DIAMETER TULANGAN

Resti Widiacahyani[1], Nono Suhana[2*], Wachid Hasyim[3]

[123] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu 45213
[*]*Email* : nono22322@yahoo.com

Abstract

Concrete is a material that has a high compressive strength, but its tensile strength is relatively low. The beam is one of the structural elements that functions to withstand bending loads and shear loads. One of the things that causes reinforcing bars and concrete to work together is the adhesion factor between the concrete and the reinforcing surface. This research will conduct a study on the adhesion between concrete and reinforcement. In this study, used a beam measuring 400x250x1000 with 4 variations of the diameter of reinforcement (ld), namely 16mm, 19mm, 22mm and 29mm with a reinforcement length of 300 mm. Normal concrete and Ultra High Performance Concrete were used as analysis tests. The analysis test (concrete and reinforcement) will be given a tensile force of 30 tonnes, 50 tonnes and 60 tonnes to produce the stress value. This research is an analysis using finite element with a computer program LISA-FEA as a calculation program to determine the value of the stress that occurs in the beam and reinforcement. The results showed that the adhesion stress received in Ultra High Performance Concrete with a tensile load of 60 tons and a reinforcement diameter of 22mm is 8,628 MPa.
Keywords: Concrete, UHPC, variation of reinforcement diameter, stress, LISA-FEA

Abstrak

Beton merupakan suatu bahan yang mempunyai kekuatan tekan yang tinggi, tetapi kekuatan tariknya relative rendah. Balok merupakan salah satu elemen struktur yang berfungsi menahan beban lentur dan beban geser. Salah satu hal yang menyebabkan tulangan dan beton dapat bekerja sama adalah faktor lekatan (adhesi) antara beton dan permukaan tulangan. Pada penelitian ini akan dilakukan studi mengenai lekatan antara beton dan tulangan. Pada penelitian ini, digunakan balok berukuran 400x250x1000 dengan 4 variasi diameter tulangan (*ld*) yaitu 16mm, 19mm, 22mm dan 29mm dengan panjang tulangan 300 mm. Digunakan beton Normal dan beton *Ultra High Performance Concrete* sebagai uji analisis. Uji analisis (beton dan tulangan) akan diberi gaya tarik sebesar 30 ton, 50 ton dan 60 ton untuk menghasilkan nilai tegangan. Penelitian ini berupa analisis menggunakan elemen hingga dengan program komputer yaitu *LISA-FEA* sebagai program perhitungan untuk mengetahui besar nilai tegangan yang terjadi pada balok dan Tulangan. Hasil penelitian menujukkan bahwa tegangan lekat yang diterima pada beton *Ultra High Performance Concrete* dengan beban tarik sebesar 60 ton dan diameter tulangan 22mm sebesar 8.628 MPa.
Kata kunci: Beton, UHPC, variasi diameter tulangan, tegangan, LISA-FEA

I. PENDAHULUAN

Suatu bangunan struktur gedung terdiri dari beberapa elemen, salah satunya yaitu balok. Dalam perencanan struktur balok material yang dapat digunakan salah satunya material beton. Beton bertulang (*reinforced concrete*) adalah suatu bahan bangunan yang kuat, tahan lama, dan dapat dibentuk dalam berbagai bentuk serta ukuran. Beton bertulang merupakan gabungan dari dua jenis bahan, yaitu beton dan tulangan baja. Beton merupakan campuran antara kerikil / batu pecah, pasir, air, serta semen (PC) dengan perbandingan berat yang tertentu (*mix design*).

Pada dasarnya beton bermutu tinggi merupakan beton yang memiliki kekuatan

ISSN : 2460-335X
e-ISSN: 2686-6587

tinggi, Dalam perkembangan konstruksi beton modern, beton dituntut menjadi material konstruksi yang bermutu tinggi dan berkinerja tinggi yang salah satunya adalah *Ultra High Performance Concrete* (*UHPC*) [3].

Dalam perencanaan balok beton banyak kemungkinan variasi penampang yang dapat digunakan. Hal ini terkait dari variasi diameter yang berbeda dapat berpengaruh terhadap kekuatan tahanan dalam menerima gaya-gaya yang bekerja pada balok beton tersebut [1].

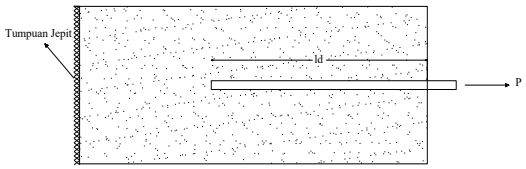
Oleh karena itu dalam penelitian ini akan memodelkan sebuah balok dengan menggunakan program software *LISA 8.0*. Peneltian ini diharapkan dapat menganalisis perbandingan dari variasi diameter tulangan terhadap bentuk pemodelan balok beton mana yang paling efektif dengan menggunakan permodelan metode elemen hingga pada beton normal dan beton mutu tinggi [5].

Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui besarnya tegangan lekat pada beberapa variasi diameter tulangan pada beton normal yang diperoleh berdasarkan pemodelan dengan Software *LISA FEA 8.0*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Deskripsi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam adalah metode analisis deskriptif. Penulisan ini lebih menitikberatkan pada analisis perhitungan agar memperoleh dimensi tulanagn yang efektif, efisien, dan memenuhi persyaratan teknis yang ada dari elemen-elemen struktur beton dengan menggunakan program komputer, dalam hal ini Program *Software LISA FEA 8.0* dan juga sebagai alat bantu dalam proses analisis perhitungan. Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan atas empat model sambungan dengan diameter tulangan yang berbeda yaitu 16 mm, 19 mm, 22 mm dan 29 mm pada beton normal dan beton *UHPC* dengan beban tarik sebesar 30 ton, 50 ton dan 60 ton.



Gambar 1. Penampang Balok

2.2 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini akan menganalisis perbandingan variasi diameter tulangan pada penampang *pull out* beton normal dan *pull out Ultra High Performance Concerete* (Beton Mutu Sangat Tinggi) [2].

2.3 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Universitas Wiralodra, Fakultas Teknik, Peneliti memilih lokasi ini, karena peneliti menganalisis dengan bantuan program *LISA*. Dalam penelitian ini, yang menjadi objek penelitian adalah bentuk pemodelan balok *pull out* pada beton mutu sangat tinggi dengan berbagai variasi diameter tulangan.

2.4 Langkah-langkah Penelitian

2.4.1 Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini termasuk dalam data sekunder karena sumber data yang didapatkan melalui studi literature, jurnal, dan buku referensi atau secara tidak langsung yang berupa penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya.

2.4.2 Dimensi dan Variasi Diameter Tulangan

Dimensi balok yang digunakan pada penelitian ini adalah ukuran 400x250x1000 dengan mutu kuat tekan, nilai modulus elastisitas (*modulus young's, E*), dan nilai *poisson's ratio* pada beton normal yaitu 40 MPa, 29725,41 MPa, dan poisson rasio 0,2 sedangkan untuk beton UHPC sebesar 200 MPa, 55 GPa, dan 0,25 seperti pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Dimensi Balok

Dimensi Balok	400x250x1000	
Jenis Beton	Normal	*UHPC*
Kuat Tekan *(fc')*	40 MPa	200 MPa
Modulus Young *(E)*	29725	55 GPa

ISSN : 2460-335X
e-ISSN: 2686-6587

Poisson Ratio	0,2	0,25

Sedangkan untuk dimensi tulangan yang digunakan adalah tulangan polos dengan mutu kuat leleh yang dimiliki baja adalah sebesar 400 MPa, nilai modulus elastisitas (*modulus young's, E*) sebesar 200.000, berat jenis baja senilai 7850 kg/m^3, dan nilai *poisson's ratio* sebesar 0,3 seperti Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Dimensi Tulangan

Jenis Tulangan	Polos
Kuat Leleh Baja (fy)	300 MPa
Kuat Tekan Beton	40 MPa
Modulus Young (E)	200000 MPa
Poisson Ratio	0,3

2.4.3 Asumsi Desain

Pada penelitian ini balok akan disimulasikan dengan menggunakan *Software LISA FEA 8.0. Software LISA FEA 8.0* didapatkan dari http://lisafea.com, penyusun menggunakan *LISA FEA 8.0* dikarenakan mudah digunakan untuk *Windows* dengan pemodel terintegrasi, pemecah multi-utas, pasca-prosesor grafis dan juga sebagai alat bantu dalam proses analisis perhitungan. Untuk menganalisis bagaimana perilaku dan parameter-parameter yang terdapat pada diameter tulangan beton normal dan beton *Ultra High Performance Concrete* dengan digunakannya beberapa asusmsi yang sesuai dengan kondisi realitas yang dimodelkan di software[4].

Hasil running dari pemodelan balok pada *Software LISA FEA 8.0* yang dapat diambil adalah konvergensi jumlah elemen dengan nilai *displacement* dan tegangan yang terjadi pada balok dan tulangan. Pengumpulan data dilakukan menggunakan program pengolahan data *Microsoft Excel* untuk dibuat menjadi grafik dengan variasi yang telah ditentukan. Pembebanan yang dilakukan yaitu dengan memberikan beban tarik pada masing-masing variasi beton yakni 30 ton, 50 ton, dan 60 ton.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

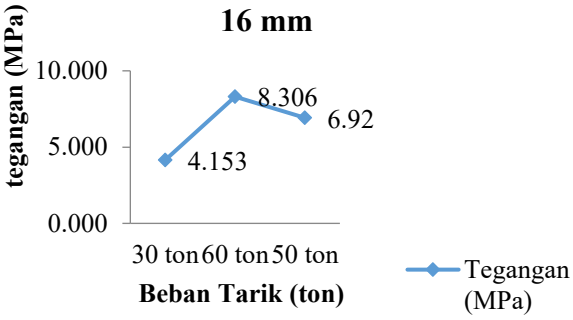
3.1 Analisis Tegangan

Pemodelan yang dilakukan pada program *software LISA* adalah dengan dilakukannya konvergensi yang dilakukan pada setiap jenis beton dengan membandingkan panjang tulangan dan *displacement*.

Kemudian dapat dilakukan pengolahan data sehingga diperoleh perbandingan Beton Normal dan Beton *UHPC* dengan diameter tulangan yang berbeda-beda yaitu dengan panjang 16mm, 19mm, 22mm dan 29mm dengan beban P sebesar 30 ton, 50 ton ,dan 60 ton dikumpulkan dalam program *microsoft excel* untuk kemudian diolah kedalam bentuk grafik hasil konvergensi.

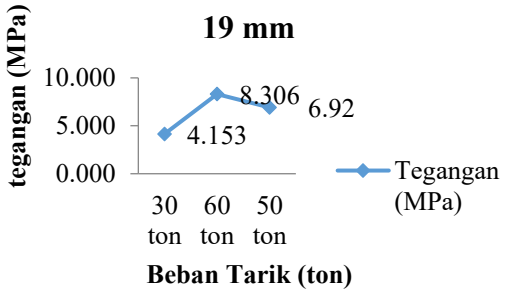
3.1.1 Hasil Tegangan Beton Normal

Dari hasil pemodelan yang dilakukan menggunakan *Software LISA FEA 8.0* diperoleh tegangan pada beton normal dengan diameter tulangan 16 mm yang ditarik dengan beban sebesar 30 ton, 50 ton dan 60 ton yang ditampilkan pada Gambar 1. seperti dibawah ini.



Gambar 2. Grafik Tegangan pada Diameter 16 mm

Pada Gambar 2, diperoleh tegangan pada beton normal dengan diameter tulangan 19 mm ditarik dengan beban sebesar 30 ton, 50

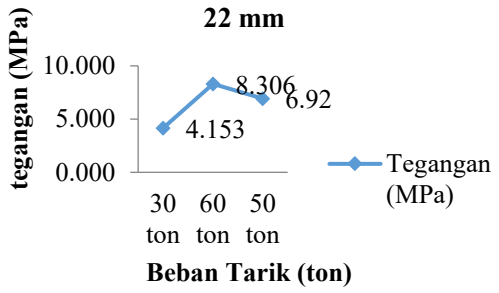


Gambar 3. Grafik Tegangan pada Diameter Tulangan 19 mm

Pada Gambar 3. diperoleh tegangan pada beton normal dengan diameter tulangan 22 mm ditarik dengan beban sebesar 30 ton, 50

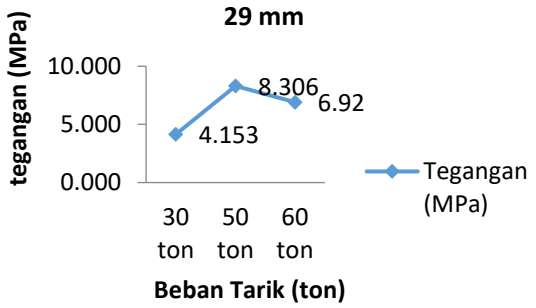
ISSN : 2460-335X
e-ISSN: 2686-6587

ton dan 60 ton yang ditampilkan pada Gamabar 3 seperti dibawah ini.



Gambar 4. Grafik Tegangan pada Diameter Tulangan 22 mm

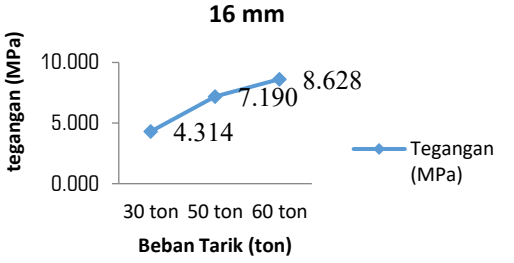
Diperoleh tegangan pada beton normal dengan diameter tulangan 29 mm ditarik dengan beban sebesar 30 ton, 50 ton dan 60 ton yang ditampilkan pada Gambar 4. seperti dibawah ini.



Gambar 5. Grafik Tegangan pada Diameter Tulangan 29 mm

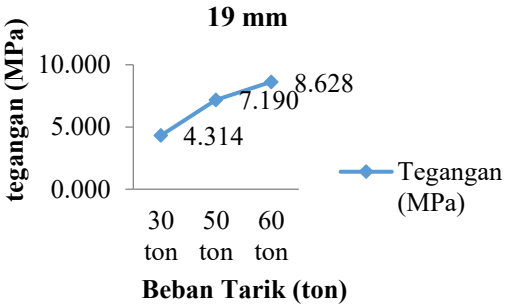
4.1.2 Hasil Tegangan Beton *UHPC*

Dari hasil pemodelan yang dilakukan menggunakan *Software LISA FEA 8.0* diperoleh tegangan pada beton *Ultra High Performance Concrete* dengan diameter tulangan 16 mm yang ditarik dengan beban sebesar 30 ton, 50 ton dan 60 ton yang ditampilkan pada Gambar 5. seperti dibawah ini :



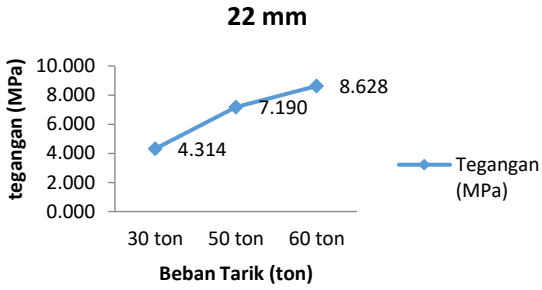
Gambar 6. Grafik Tegangan pada Diameter Tulangan 16 mm

Diperoleh tegangan pada beton *Ultra High Performent Concrete* dengan diameter tulangan 19 mm yang ditarik dengan beban sebesar 30 ton, 50 ton dan 60 ton yang ditampilkan pada Gambar 6 seperti dibawah ini.



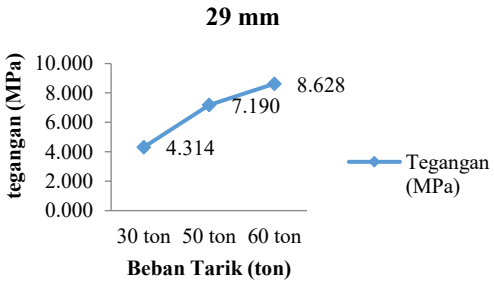
Gambar 7. Grafik Tegangan pada Diameter Tulangan 19 mm

Diperoleh tegangan pada beton *Ultra High Performent Concrete* dengan diameter tulangan 22 mm yang ditarik dengan beban sebesar 30 ton, 50 ton dan 60 ton. Yang ditampilkan pada Gambar 7. seperti dibawah ini.



Gambar 8. Grafik Tegangan pada Diameter Tulangan 22 mm

Diperoleh tegangan pada beton *Ultra High Performent Concrete* dengan diameter tulangan 29 mm yang ditarik dengan beban sebesar 30 ton, 50 ton dan 60 ton yang ditampilkan pada Grafik 4.8 seperti dibawah ini.

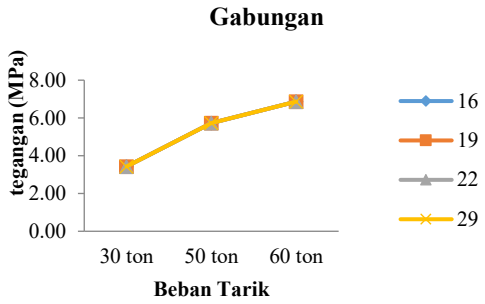


ISSN : 2460-335X
e-ISSN: 2686-6587

Gambar 9. Grafik Tegangan pada Diameter Tulangan 29 mm

3.1.3 Hasil Gabungan Tegangan Beton Normal

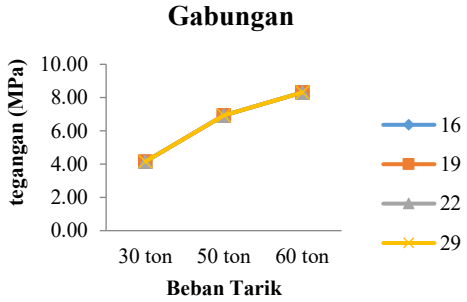
Dari hasil pemodelan yang dilakukan menggunakan *Software LISA FEA 8.0* diperoleh tegangan pada beton normal dengan diameter tulangan 16 mm, 19 mm, 22 mm dan 29 mm yang ditarik dengan beban sebesar 30 ton, 50 ton, dan 60 ton. yang ditampilkan pada Grafik 4.9 dibawah ini.



Gambar 10. Grafik Tegangan Gabungan pada Beton Normal

3.1.4 Hasil Gabungan Tegangan Beton *Ultra High Performance Concrete*

Dari hasil pemodelan yang dilakukan menggunakan *Software LISA FEA 8.0* diperoleh tegangan pada beton *UHPC* dengan dengan diameter tulangan 16mm, 19mm, 22mm dan 29mm yang ditarik dengan beban sebesar 30 ton, 50 ton,dan 60 ton. yang ditampilkan pada Gambar 10. seperti dibawah ini



Gambar 11. Grafik Tegangan Gabungan pada Beton *UHPC*

IV. KESIMPULAN

Dengan membandingkan persamaan dari beton normal dan beton *Ultra High Performance Concrete* bahwa tegangan lekat yang terbesar diterima pada beton *UHPC* dengan beban tarik sebesar 60 ton dan diameter tulangan 22mm sebesar 8.628 MPa, sedangkan daya lekat terkecil pada beton Normal dengan beban tarik sebesar 30 ton dan diameter tulangan 16mm dengan nilai tegangan sebesar 4.153 MPa

Tegangan pada beton Normal cenderung lebih kecil dari pada Beton *Ultra High Performent Concrete*. Hal ini dikarenakan mekanisme lekatan pada beton *Ultra High Performence Concrete* lebih kuat dari pada beton Normal. Pada hasil ini tegangan pada *Ultra High Performence Concrete* dengan beban tarik sebesar 60 ton dan diameter tulangan 22mm merupakan Panjang penyaluran yang paling efektif dalam menahan beban tarik (*Pull Out*).

DAFTAR PUSTAKA

[1] Marchiano, Sendow Hieryco Manalip, Ellen J. Kumaat, "Tegangan Lekat Antara Baja Dan Beton Mutu Tinggi Dengan Variasi Luas Tulangan," Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, 2018.

[2] Nuroji, "Studi Eksperimental Lekatan Antara Beton dan Tulangan Pada Beton Mutu Tinggi, Jurusan Teknik Sipil,Universitas Diponogoro, 2004.

[3] Rahman, T Molyneaux, I Patnaikuni, "Beton berkinerja sangat tinggi: aplikasi dan Penelitian Terkini," Australian Journal of Civil Engineering, 2: 1, 13-20, 2005.

[4] Silviyani Fifi, "Pemodelan dan Analisis *Pull Out* pada Hubungan Lekatan pada Balok dan Tulangan," Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Wiralodra Indramayu,*2020*.

[5] William Langi, Ellen J. Kumaat, dan Hieryco Manalip, "Tegangan Lekat antara Baja dan Beton dengan Mutu Beton 40-70 MPa," Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2018.