

# **PENURUNAN PADA *RIGID PAVEMENT* DENGAN *CHEMICAL ADMIXTURE* PADA *ELEVATED TEMPERATURE* MENGGUNAKAN *SOFTWARE ABAQUS***

*Displacement On Rigid Pavement With Chemical Admixture at Elevated Temperature Using Abaqus Software*

**Iswatul Fatimah, Emil Adly**

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

**Abstrak.** Meningkatnya kendaraan di Yogyakarta, menyebabkan panjangnya antrian pada ruas simpang jalan yang mengakibatkan kerusakan pada lapis perkerasan lentur. Perkerasan lentur tidak mampu menahan gaya rem kendaraan yang melaju sehingga kerusakan sungkur dan retak slip selalu terjadi. Oleh karena itu, perkerasan kaku lebih cocok diterapkan dalam hal ini. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh karakteristik *rigid pavement* dengan menggunakan *chemical admixture* dengan variasi 0,6% *Plastocrete RT06* dan 3% *Sikament-NN*, memperoleh pengaruh perubahan suhu terhadap kuat tekan, serta memperoleh nilai penurunan yang terjadi karena beban dengan *software Abaqus*. Metode penelitian yang digunakan dengan benda uji silinder dengan *curing* yang berbeda yakni rendaman dan *elevated temperature* sebesar 40°C selama 12 jam dengan mutu beton rencana ( $f'c$ ) >37,35 MPa (>K-450). Nilai kuat tekan beton memiliki persentase sebesar 13,18% dengan nilai kuat tekan optimal terjadi pada beton tanpa perlakuan khusus. Nilai penurunan pada perkerasan yang dimodelkan dengan kuat tekan 48,27 MPa (K-580) pada beton dengan cara perendaman dan 41,91 MPa (K-500) pada beton dengan *elevated temperature*, dengan beban yang diperoleh dari MST dengan *software Abaqus* masing-masing sebesar 0,22355 mm untuk beton dengan cara perendaman dan 0,237242 mm untuk beton dengan *elevated temperature*.

Kata kunci : *Abaqus, Chemical admixture, Elevated temperature, Perkerasan kaku*

**Abstract.** *The increasing number of vehicles in Yogyakarta has led to long lines of heavy traffic, especially at the road intersection, which may damage the flexible pavement layer. The excessive load of moving vehicles has reduced the ability of flexible pavement to withstand the braking force of a moving vehicle, which inevitably leads to shoving and slip cracks. Therefore, rigid pavements are more applicable in such case. This research was conducted to obtain the characteristics of rigid pavement using chemical admixture with variations of 0.6% Plastocrete RT06 and 3% Sikament-NN, affected by temperature changes on compressive strength, and having a decrease in value due to the load as indicated by the Abaqus software. The research was conducted with cylindrical specimens method with different curing of a soaking and elevated temperature of 40°C for 12 hours with planned concrete quality ( $f'c$ ) >37,35 MPa (>K-450). The value of concrete compressive strength is of 13.18% with optimal compressive strength values occurring in concrete without special treatment. The decreasing value of the pavement is modeled with compressive strength of 48.27 MPa (K-580) in immersion concrete and 41.91 MPa (K-500) in concrete with elevated temperature, with the load obtained from LHR of 2017 using Abaqus software, each of which is 0.2235 mm for immersion concrete and 0.237242 mm for concrete with elevated temperature.*

Keywords : *Abaqus, Chemical admixture, Elevated temperature, Rigid pavement*

## **1. Pendahuluan**

Semakin meningkatnya pertumbuhan ekonomi suatu daerah khususnya D.I Yogyakarta, maka akan terjadi juga peningkatan jumlah kendaraan yang melintas pada simpang empat dan utamanya pada *traffic light* yang berada di ruas jalan yang strategis. Lokasi tersebut memiliki tingkat kemacetan dan kerusakan perkerasan yang cukup tinggi

khususnya pada perkerasan lentur. Perkerasan lentur tidak mampu menahan besarnya gaya rem sehingga terjadi kerusakan sungkur dan retak slip. Oleh karena itu, perkerasan kaku lebih cocok di terapkan dalam hal ini. Perkerasan kaku harus memiliki kuat tekan yang cukup baik, karena beban yang diterima dipikul langsung oleh plat beton. Variasi campuran dalam beton mampu membuat kuat

tekan menjadi lebih baik, seperti halnya penambahan *chemical admixture* pada campuran beton. Penggunaan *chemical admixture* dapat digunakan untuk mengatur sifat beton sesuai yang dikehendaki. Adapun *chemical admixture* yang digunakan pada penelitian ini, yaitu *Plastocrete RT06* sebanyak 6% dan *Sikament-NN* sebanyak 3% dari berat semen yang digunakan. Karena lokasi beton ditempatkan di tempat terbuka, maka beton tersebut akan dipengaruhi *temperature* pada area tersebut sebesar 40° C. Dalam penelitian ini, beton menggunakan perawatan beton (*curing*) yang berbeda, diantaranya beton dengan cara perendaman dan beton dengan *elevated temperature*.

Maricar dkk., (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan bahan tambah *plastiment-VZ* terhadap sifat pada beton yang memiliki hasil kuat tekan tidak memenuhi kuat tekan rencana ( $f'_{cr}$ ) dan penambahan *plastiment-VZ* tidak memberikan pengaruh pada umur 28 hari. Winayati dan Megasari (2017) melakukan penelitian tentang analisis pengaruh penambahan *sikament-NN* terhadap karakteristik beton, metode yang digunakan adalah *analysis of variance* – ANOVA dan dinyatakan adanya interaksi yang nyata antara kuat tekan dengan penambahan *sikament-NN*. Mooy dkk., (2017) melakukan penelitian tentang pengaruh suhu *curing* beton terhadap kuat tekan beton yang menghasilkan kuat tekan optimal pada suhu tinggi (80° C - 100° C). Angjaya dkk., (2013) melakukan penelitian tentang perbandingan kuat tekan antara beton dengan perawatan pada *elevated temperature* & perawatan dengan cara perendaman serta tanpa perendaman, memiliki hasil nilai kuat tekan yang sesuai hanya pada beton dengan perawatan dengan cara perendaman.

Ahmad dkk., (2009) melakukan penelitian tentang analisis pengaruh temperatur terhadap kuat tekan beton, dan beton mengalami penurunan terhadap kuat tekan pada kenaikan temperatur yang terjadi. Cornelis dkk., (2014) melakukan penelitian tentang kajian kuat tekan pada beton pasca bakar dengan serta tanpa perendaman berdasarkan variasi mutu beton yang digunakan, menghasilkan nilai penurunan kuat tekan pada beton pasca bakar dengan

rendaman karena tidak terjadi kembali reaksi ikatan antara air dengan semen. Sutapa dkk., (2011) melakukan penelitian tentang pemulihan terhadap kekuatan tarik belah beton dengan variasi, yaitu durasi perawatan pasca bakar dan tingkat pemulihan optimum beton pasca bakar terjadi pada umur 14 hari dan setelahnya akan mengalami penurunan seiring bertambahnya umur perendaman pada beton pasca bakar. Kullit dkk., (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh variasi suhu pada perawatan *elevated temperature* terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton yang mengalami peningkatan pada umur 3 hari, dan mengalami peningkatan pada umur 28 hari. Bastami dkk., (2011) melakukan penelitian tentang *performance of high strength concrete at elevated temperatures* dan beton tidak terdapat penurunan nilai kuat tekan setelah dipanaskan. Chaudhari dan Chakrabakti (2012) melakukan penelitian tentang *modeling of concrete for nonlinier analysis using finite element code ABAQUS* dengan nilai parameter yang sesuai, dan menghasilkan nilai yang cocok antara permodelan dengan kuat tekan yang telah direncanakan. Loannides dkk., (2006) melakukan penelitian tentang *ABAQUS model for PCC slab cracking*, untuk mengatasi kelemahan fungsi penyaluran yang umumnya digunakan dalam perencanaan desain perkerasan jalan.

Penelitian ini dilakukan guna memperoleh karakteristik beton segar yang dibuat dengan variasi *chemical admixture 0,6% plastocrete RT06* dan *3% sikament-NN*. Mengetahui pengaruh perubahan suhu yang diberikan terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan dan untuk memperoleh nilai penurunan yang terjadi karena beban dari muatan sumbu terberat pada jalan kelas 1 dengan bantuan *software abaqus*.

## 2. Perawatan Beton

Perawatan pada beton dilakukan apabila beton sudah mencapai *final setting*, yaitu beton telah mengeras. Perawatan pada beton dilakukan agar proses hidrasi pada beton tidak mengalami gangguan. Menurut Mulyono (2004) perawatan pada beton dilakukan untuk mendapatkan kuat tekan beton yang tinggi serta untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton,

kekedapan terhadap air, ketahanan terhadap aus, dan stabilitas dimensi struktur. Menurut Nawy (1990) proses hidrasi pada semen terjadi apabila ada uap air pada suhu  $> 50^{\circ}$  F. Apabila beton cepat mengering, maka beton akan mengalami keretakan di permukaannya dan keretakan pada beton dapat menurunkan kuat tekan beton. Kondisi perawatan yang baik pada beton dapat dicapai dengan menggunakan salah satu metode dibawah ini, diantaranya adalah sebagai berikut :

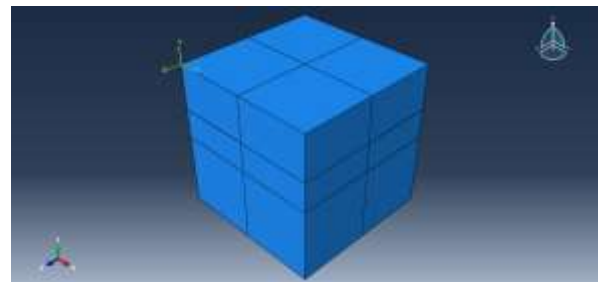
- beton dibasahi secara terus menerus dengan air,
- beton di rendam dalam air,
- beton dilindungi menggunakan karung basah, film plastik, atau menggunakan perawatan yang tahan air,
- perawatan gabungan acuan membran cair untuk mempertahankan uap air semula dari beton yang basah,
- perawatan uap untuk beton yang dihasilkan dari pabrik, temperatur uap ini sekitar  $150^{\circ}$  F dan lama perawatan biasanya 24 jam.

### 3. Permodelan Perkerasan Kaku Dengan Software

Aplikasi metode elemen hingga banyak ragamnya, salah satunya adalah *software Abaqus*. Menurut Syarif dkk., (2017) *abaqus* merupakan program simulasi teknik berdasarkan metode elemen hingga yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permodelan baik secara nonlinier ataupun linier. *Software abaqus* memiliki fungsi untuk menyelesaikan permasalahan dalam permodelan dengan respon statik, dinamik, *thermal*, listrik, serta elektromagnetik. Dalam program ini ada 3 langkah umum yang harus dilakukan untuk mensimulasikan satu model, diantaranya adalah : memasukkan model baik secara dua dimensi atau tiga dimensi, proses analisis atau simulasi sesuai dengan permasalahan yang akan disimulasikan serta *output* dari permodelan tersebut adalah berupa gambar simulasi yaitu berupa kontur yang berbeda warna untuk menjelaskan kondisi serta modelnya, animasi dan grafik plot x-y dari model tersebut.

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis data dari laboratorium dengan menggunakan *software abaqus*. Model yang

digunakan dalam permodelan ini berbentuk kubus dan lapisan yang digunakan sesuai dengan Pd T-14-2003 tentang Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen. Menurut Pd T-14-2003, tipikal struktur perkerasan beton semen terdiri dari perkerasan beton semen (lapis permukaan), pondasi bawah, dan tanah dasar (*subgrade*). Adapun ketebalan masing-masing setiap lapisan, diantaranya; tanah dasar (*subgrade*) dengan tebal 50 cm, lapis pondasi bawah dengan tebal 20 cm, dan lapis permukaan dengan tebal 30 cm yang terbuat dari beton. Pembebanan yang digunakan adalah beban dari muatan sumbu terberat pada jalan kelas 1 yang diletakkan tepat ditengah potongan jalan. Adapun susunan lapisan yang digunakan dalam permodelan dapat dilihat pada Gambar 1.

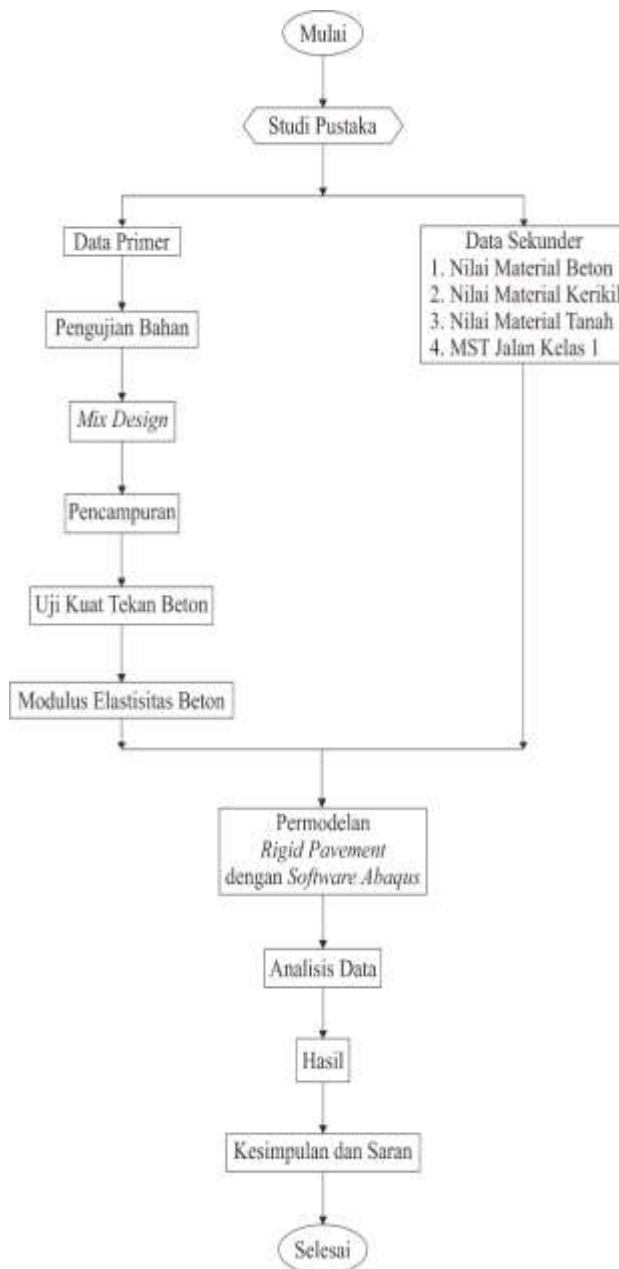


Gambar 1. Susunan lapisan dalam permodelan.

### 4. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Pembuatan dan pengujian beton yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan menggunakan ukuran benda uji standar yaitu cetakan silinder  $15\text{ cm} \times 30\text{ cm}$  dengan kuat tekan rencana ( $>K-450$ ) dengan bahan tambah (*admixture*) yaitu 0,6% *Plastocrete RT06* dan 3% *Sikament-NN*. Permodelan yang dilakukan di *software* yaitu menggunakan bentuk kubus dengan dimensi sebesar  $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1\text{ m}$ . Ketebalan masing-masing lapisan, yaitu : lapis permukaan dengan tebal 30 cm (data tebal perkerasan jalan Arteri Selatan Yogyakarta), lapis pondasi bawah dengan tebal 20 cm (dari PD T-14-2003), tanah dasar (*subgrade*) dengan tebal 50 cm (asumsi permodelan). Untuk pembebanan yang digunakan pada permodelan adalah beban yang diperoleh dari muatan sumbu terberat pada jalan kelas 1.

Adapun alur penelitian yang digunakan secara umum, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan alir penelitian secara umum.

## 5. Hasil dan Pembahasan

### Perancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perkerasan kaku (*rigid pavement*) merupakan perkerasan yang terbuat dari beton dan beban kendaraan yang diterima akan dipikul langsung oleh plat beton, sehingga beban tidak langsung menerus menuju lapis pondasi bawah. Karena hal tersebut, nilai kuat tekan beton sangat menentukan mampu atau tidaknya beton tersebut menopang beban yang

diberikan dan akan berdampak terhadap nilai penurunan yang terjadi.

Pada penelitian ini, perancangan campuran beton mengacu pada SNI 02-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Perancangan yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui komposisi serta proporsi bahan – bahan penyusun beton yang digunakan. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan bahan tambah (*admixture*) dalam campuran beton dengan jenis *chemical admixture*, diantaranya yaitu *Sikament- NN* sebanyak 3% dari berat semen dan *Plastocrete RT06* sebanyak 0,6% dari berat semen yang digunakan. Kegunaan *plastocrete RT06* adalah mereduksi penggunaan air pada pencampuran beton dan dapat mengontrol waktu pengerasan pada beton. Sedangkan *sikament-NN* berguna sebagai bahan untuk mengurangi penggunaan air dengan jumlah yang besar serta dapat memberikan kuat tekan awal tinggi. Benda uji yang dibuat dalam penelitian ini sebanyak 12 benda uji dengan cetakan berbentuk silinder yang memiliki ukuran 15 cm × 30 cm. *curing* beton terbagi menjadi 2 jenis, diantaranya adalah: perawatan dengan cara perendaman, dan perawatan dengan cara perendaman kemudian diikuti dengan perawatan dengan *elevated temperature* yang didapatkan dengan cara mengoven beton pada suhu 40° C selama 12 jam. Berdasarkan hasil dari *mix design* yang telah dilakukan dalam pembuatan benda uji dengan pengurangan air sebanyak 25% dari air yang digunakan, maka didapatkan hasil *mix design design* untuk 1 m<sup>3</sup> yang dapat dilihat pada Tabel 1. dan hasil *mix design* untuk satu cetakan silinder standar ukuran 15 cm × 30 cm yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Kebutuhan bahan penyusun beton dengan cara perendaman dan beton *elevated temperature* untuk 1 m<sup>3</sup>

No	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Air	153,68	Lt
2	Semen	499,76	Kg
3	Kerikil	528,62	Kg
4	Pasir	981,72	Kg
5	<i>Sikament-NN</i> 3%	14,99	Lt

6	<i>Plastocrete RT06</i> 0,6%	3,00	Lt
---	---------------------------------	------	----

Tabel 2. Kebutuhan bahan penyusun beton dengan cara perendaman dan beton *elevated temperature* untuk 1 cetakan silinder

No	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Air	1,14	Lt
2	Semen	3,71	Kg
3	Kerikil	3,92	Kg
4	Pasir	7,28	Kg
5	<i>Sikament-NN</i> 3%	111,25	ml
6	<i>Plastocrete RT06</i> 0,6%	22,25	ml

### Slump dan Setting Time

Dalam penelitian ini dilakukan pecampuran beton selama 2 kali, untuk pertama dilakukan pencampuran beton dengan cara perendaman kemudian yang kedua adalah pencampuran beton dengan *elevated temperature*. Karena hal tersebut, beton memiliki peluang nilai *slump* pada masing-masing beton berbeda, perbedaan tersebut terjadi karena beberapa faktor yang terkandung diantaranya karena *human eror* saat pengadukan. Nilai *slump* pada beton dengan cara perendaman sebesar 12 cm dan pada beton dengan *elevated temperature* sebesar 10 cm. Nilai *slump* pada masing-masing beton berbeda, sehingga nilai *setting time* tersebut juga memiliki perbedaan. Pemeriksaan *setting time* pada penelitian ini dilakukan dengan cara manual yaitu dengan cara pengamatan setelah beton dilakukan pencampuran hingga tahap pengerasan beton yang sudah tidak dapat di ubah lagi bentuknya atau kedudukannya. Adapun hasil pengujian *setting time* pada beton yang telah dilakukan berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kebutuhan bahan penyusun beton dengan cara perendaman dan beton *elevated temperature* untuk 1 m<sup>3</sup>

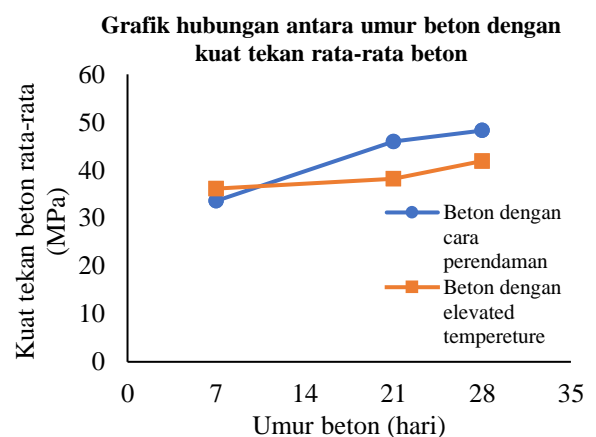
No	Uraian	Nilai <i>setting time</i> (menit)
1	Beton dengan cara perendaman	140
2	Beton dengan <i>elevated temperature</i>	125

Perbedaan nilai *setting time* beton normal dengan beton yang diteliti terjadi karena adanya penggunaan *chemical admixture* pada beton yaitu *Plastocrete RT06* dan *Sikament-NN*. *Plastocrete RT06* digunakan sebagai *water reducing* serta *set retarder*. Karena memiliki fungsi *set retarder* maka *setting time* yang terjadi dapat dikontrol. Hal tersebut sangat berguna ketika jarak tempuh lokasi proyek dengan *batching plant* terlampau jauh.

### Uji Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan besarnya beban per satuan luasan, yang membuat benda uji hancur karena beban tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin uji tekan beton.

Pada pengujian kuat tekan beton dengan penambahan *chemical admixture* yaitu *Sikament-NN* sebanyak 3% dari berat semen dan *Plastocrete RT06* sebanyak 6% dari berat semen yang digunakan dan terdapat pengurangan air yang digunakan sebanyak 25%. Pengurangan air sebanyak 25% diambil dari ketentuan yang tertera dalam spesifikasi *sikament-NN*. Dan dalam penelitian ini, benda uji beton memiliki perbedaan dalam hal *curing*, yaitu dengan cara perendaman dan dengan *elevated temperature*, maka hasilnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan antara umur beton dengan kuat tekan rata-rata beton.

Dapat dilihat pada Gambar 3., kuat tekan beton memiliki perbedaan, prosentase selisih kuat tekan tersebut adalah 13,18%, dengan kuat tekan beton dengan cara perendaman yang lebih tinggi. Perbedaan nilai kuat tekan beton juga

bisa terjadi karena campuran pada beton yang dibuat tidak homogen sehingga rongga pada beton cukup banyak dan dapat menurunkan kuat tekan beton. Dan perbedaan nilai kuat tekan beton yang lain dapat disebabkan karena *human error*, serta perbedaan perawatan pada beton. Seperti yang telah dijelaskan diatas yaitu karena perbedaan *temperature* dapat menimbulkan penyusutan dan pengurangan volume sehingga terjadi retakan-retakan pada beton.

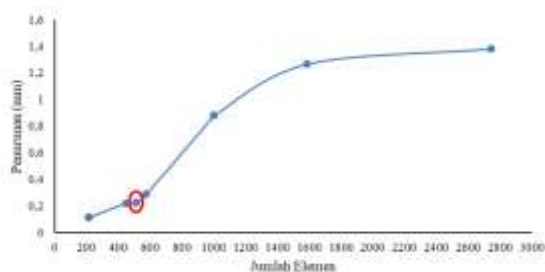
### Model Perkerasan Kaku Pada Software Abaqus

#### a. Beton dengan cara perendaman

Kuat tekan beton dengan cara perendaman yang didapatkan sebesar 48,27 MPa, dan nilai modulus elastisitas beton tersebut sebesar 32.652,32 MPa. Setelah di analisis dengan *software abaqus*, nilai penurunan yang terjadi sebesar 0,22355 mm yang telah dibebani 98066,5 N yang setara dengan 10 Ton dengan *mesh* 130. Analisis konvergensi beton dengan cara perendaman untuk mendapatkan nilai *mesh* yang tepat dapat dilihat pada Tabel 4 Dan Gambar 4.

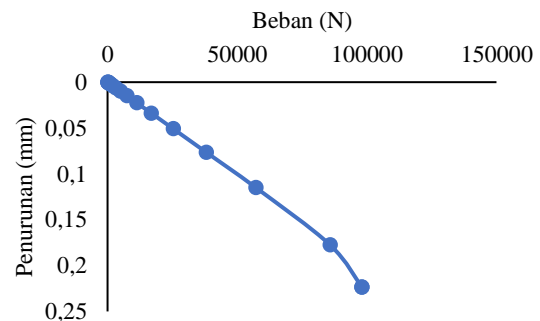
Tabel 4. Data analisis konvergensi beton dengan cara perendaman

No	Mesh	Jumlah Elemen			Total Jumlah Elemen	Beban Maksimum (N)	Penurunan Maksimum
		Lapis Permu kaan	Lapis Pondasi Bawah	Subgrade			
1	70	784	588	1372	2744	98066,5	1,38062
2	90	432	288	864	1584	98066,5	1,26513
3	100	300	200	500	1000	98066,5	0,878589
4	110	300	200	500	1000	98066,5	0,878589
5	120	192	128	256	576	98066,5	0,289015
6	130	128	128	256	512	98066,5	0,223552
7	140	128	64	256	448	98066,5	0,220922
8	150	72	36	108	216	98066,5	0,112673
9	160	72	36	108	216	98066,5	0,112673
10	170	72	36	108	216	98066,5	0,112673



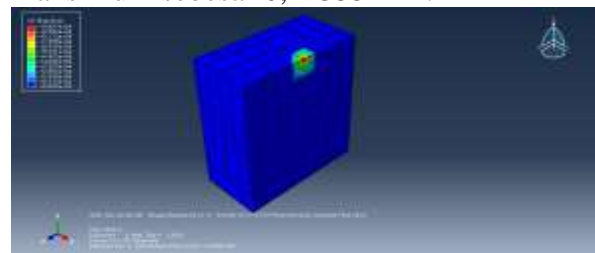
Gambar 4. Grafik analisis konvergensi permodelan.

Dari Tabel 4. dan Gambar 4 dapat ditentukan *mesh* yang tepat yaitu *mesh130*. Penurunan pada penelitian ini didapatkan berdasarkan permodelan yang telah dilakukan, nilai penurunan yang terjadi di lapangan bisa melampaui nilai penurunan yang didapatkan dari permodelan ataupun sebaliknya. Nilai penurunan yang terjadi dengan menggunakan pelat beton dengan cara perendaman dapat dilihat pada Gambar 5. Adapun tampilan yang terjadi dalam abaqus dapat dilihat pada Gambar 6, dan Gambar 7.

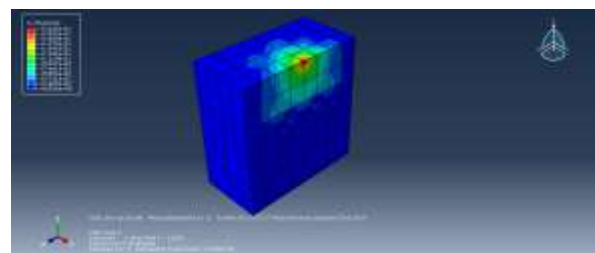


Gambar 5. Kurva penurunan dengan beban hasil analisis numerik.

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwasannya penurunan terjadi pada beban maksimum sebesar 10 Ton dengan nilai penurunan maksimum sebesar 0,22355 mm.



Gambar 6. Tampilan model karena beban yang diberikan.



Gambar 7. Tampilan penurunan pada model.

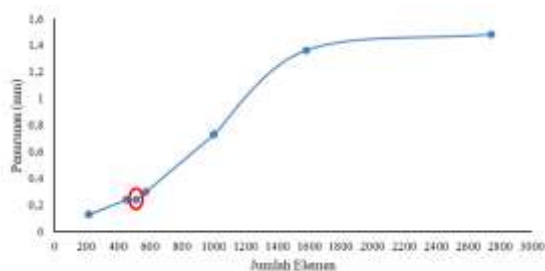
Tampilan potongan melintang pada model yang dilakukan terhadap beban dan penurunan yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 6. dan Gambar 7.

b. Beton dengan *elevated temperature*

Nilai kuat tekan beton dengan *elevated temperature* sebesar 41,91 MPa dengan nilai modulus elastisitas yang didapat sebesar 30.425,01 MPa. setelah dilakukan analisis numerik dengan bantuan *software abaqus*, nilai penurunan yang terjadi menggunakan beton dengan *elevated temperature* sebesar 0,237242 mm dengan beban sebesar 98066,5 N yang setara dengan 10 Ton dengan *mesh* 130. Analisis konvergensi beton dengan *elevated temperature* untuk mendapatkan nilai *mesh* yang tepat dapat dilihat pada Tabel 5. Dan Gambar 8.

Tabel 5. Data analisis konvergensi beton dengan cara perendaman

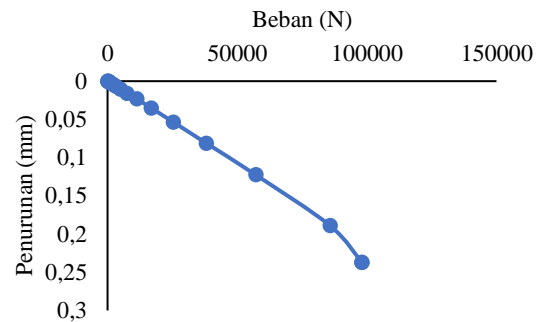
No	Mesh	Jumlah Elemen			Total Jumlah Elemen	Beban Maksimum (N)	Penurunan Maksimum (mm)
		Lapis Permukaan	Lapis Pondasi Bawah	Subgrade			
1	70	784	588	1372	2744	98066,5	1,48216
2	90	432	288	864	1584	98066,5	1,36393
3	100	300	200	500	1000	98066,5	0,728559
4	110	300	200	500	1000	98066,5	0,728559
5	120	192	128	256	576	98066,5	0,301335
6	130	128	128	256	512	98066,5	0,237242
7	140	128	64	256	448	98066,5	0,236341
8	150	72	36	108	216	98066,5	0,127951
9	160	72	36	108	216	98066,5	0,127951
10	170	72	36	108	216	98066,5	0,127951



Gambar 8. Grafik analisis konvergensi permodelan.

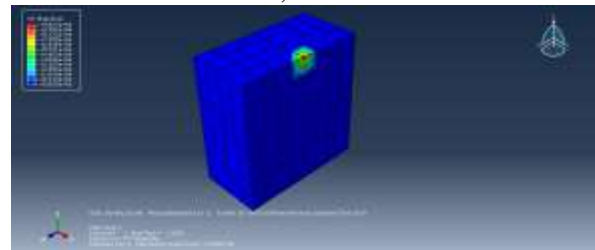
Dari Tabel 5 dan Gambar 8 dapat ditentukan *mesh* yang tepat yaitu *mesh150*. Penurunan pada penelitian ini didapatkan berdasarkan permodelan yang telah dilakukan, nilai penurunan yang terjadi di lapangan bisa melampaui nilai penurunan yang didapatkan dari permodelan ataupun sebaliknya. Nilai penurunan yang terjadi

menggunakan pelat beton dengan *elevated temperature* dapat dilihat pada Gambar 9. Adapun tampilan yang terjadi dalam *abaqus* dapat dilihat pada Gambar 10, dan Gambar 9.

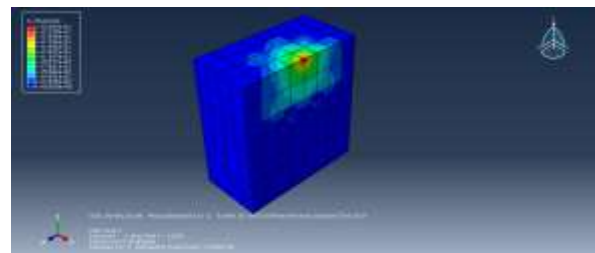


Gambar 9. Kurva penurunan dengan beban hasil analisis numerik.

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwasannya penurunan terjadi pada beban maksimum sebesar 10 Ton dengan nilai penurunan maksimum sebesar 0,237242 mm.



Gambar 10. Tampilan model karena beban yang diberikan.

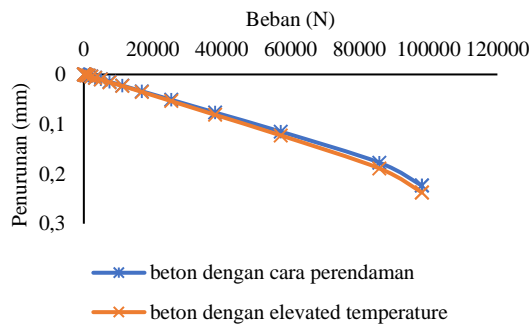


Gambar 11. Tampilan penurunan pada model.

Tampilan potongan melintang pada model yang dilakukan terhadap beban dan penurunan yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 8, dan Gambar 9.

Berdasarkan permodelan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwasannya terdapat perbedaan nilai penurunan dari kedua beton tersebut. Nilai kerusakan diambil dari nilai penurunan yang terjadi dalam permodelan yang telah dilakukan dengan *software abaqus*, nilai kerusakan yang

didapatkan dapat melebihi nilai kerusakan yang terjadi di lapangan ataupun sebaliknya. Perbedaan perlakuan pada beton ini memberikan nilai kuat tekan yang berbeda, sehingga ketika akan di terapkan dilapangan akan memberikan dampak yang cukup signifikan, seperti halnya besar penurunan yang terjadi berdasarkan permodelan yang telah dilakukan. Perbedaan penurunan yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 12. Kurva penurunan dengan beban hasil analisis numerik.

Penurunan yang terjadi pada beton menggunakan *chemical admixture* 0,6% *Plastocrete* RT06 dan 3% *Sikament-NN* dengan cara perendaman serta pada beton dengan *elevated temperature* berturut-turut sebesar 0,22355 mm dan 0,237242 mm. Penurunan terbesar terjadi pada beton dengan *elevated temperature*, dengan beban yang diterima sebesar 98066,5 N yang setara dengan 10 Ton. Nilai kerusakan pada penelitian ini dilihat dari nilai penurunan yang terjadi akibat beban yang bekerja. Karena hal tersebut, nilai kuat tekan beton sangat menentukan mampu atau tidaknya beton tersebut menopang beban yang diberikan dan akan berdampak terhadap nilai penurunan yang terjadi. Kuat tekan beton memiliki peran penting dalam perkerasan kaku. Karena dalam perkerasan kaku, beban yang melintas akan dipikul secara langsung oleh plat beton tersebut.

## 6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kerusakan pada *rigid pavement* dengan campuran *chemical admixture* pada *elevated*

*temperature* menggunakan *software abaqus*, seperti berikut ini.

- a. *Chemical admixture* yang digunakan dalam pembuatan beton yaitu sebanyak 0,6% *Plastocrete RT-06* dan 3% *Sikament-NN*, yang digunakan untuk membuat beton dengan cara perendaman dan beton dengan *elevated temperature* dengan suhu 40°C memiliki nilai *slump* berturut-turut 12 cm dan 10 cm. Nilai *setting time* pada beton dengan cara perendaman dan beton dengan *elevated temperature* berturut-turut sebesar 140 menit dan 120 menit, sedangkan *setting time* pada beton normal sebesar 90 menit. Hal tersebut memiliki dampak yang cukup baik, ketika beton akan digunakan oleh lokasi proyek dengan *batching plant* yang jauh.
- b. Perubahan suhu pada beton akan menimbulkan kembang susut terhadap beton, yaitu beton akan mengembang ketika *temperature* naik dan akan menyusut ketika *temperature* turun. Nilai kuat tekan yang dihasilkan oleh beton dengan cara perendaman dan beton dengan *elevated temperature* memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Nilai kuat tekan umur 7 hari, 21 hari, dan 28 hari berturut-turut pada beton dengan cara perendaman yaitu 33,58 MPa; 45,98 MPa; dan 48,27 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan umur 7 hari, 21 hari, dan 28 hari berturut-turut pada beton dengan *elevated temperature* yaitu 36,15 MPa; 38,21 MPa; dan 41,91 MPa. Adapun persentase selisih kuat tekan beton yang terjadi sebesar 13,18%, dengan nilai kuat tekan optimal terjadi pada beton dengan cara perendaman.
- c. Nilai penurunan sebagai indikator kerusakan yang terjadi pada permodelan terdapat perbedaan. Beban yang dimasukkan dalam permodelan ini sebesar 98066,5 N yang setara dengan 10 Ton, beban tersebut didapatkan dari muatan sumbu terberat pada jalan kelas 1. Penurunan yang terjadi pada beton dengan *elevated temperature* cukup besar dibandingkan beton dengan cara



perendaman. Penurunan yang terjadi pada beton dengan *elevated temperature* sebesar 0,237242 mm, sedangkan penurunan yang terjadi pada beton dengan cara perendaman sebesar 0,22355 mm. Karena hal tersebut, nilai kuat tekan beton sangat menentukan mampu atau tidaknya beton tersebut menopang beban yang diberikan dan akan berdampak terhadap nilai penurunan yang terjadi. Kuat tekan beton memiliki peran penting dalam perkerasan kaku. Karena dalam perkerasan kaku, beban yang melintas akan dipikul secara langsung oleh plat beton tersebut.

## 7. Daftar Pustaka

- Ahmad, I. A., Taufieq, N. A. S., dan Aras, A. H., 2009, Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Kuat Tekan Beton, *Jurnal Teknik Sipil*, 16 (2), 67-69.
- Angjaya, N., Kurmaat, E. J., Tanudjaja, W. H., 2013, Perbandingan Kuat Tekan Antara Beton Dengan Perawatan Pada *Elevated Temperature* & Perawatan Dengan Perendaman Serta Tanpa Perendaman, *Jurnal Sipil Statik*, 1 (3), 153-158.
- Bastami, M., Khiabani, A., C., Baghbadrani, M., dan Kordi, M., 2011, Performance of High Strength Concrete at Elevated Temperatures, *Scientia Iranica A*, 18 (5), 1028-1036.
- Chaudhari, S. V., dan Chakrabarti, M. A., 2012, Modeling of Concrete for Nonlinier Analysis Using Finite Element Code ABAQUS, *Internasional Journal of Computer Applications*, 44 (7), 14-18.
- Cornelis, R., Hunggurami, E., dan Tokang, N. Y., 2014, Kajian Kuat Tekan Beton Pasca Bakar Dengan dan Tanpa Perendaman Berdasarkan Variasi Mutu Beton, *Jurnal Teknik Sipil*, 3 (2), 161 – 172.
- Kullit, V. I., Wallah, S. E., Tambato, W. J., Pandaleke, R., 2013, Pengaruh Variasi Suhu Pada Perawatan *Elevated Temperature* Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton, *Jurnal Sipil Statik*, 1 (7), 473-478.
- Loannides, A. M., Peng, J., dan Jr., J. R. S., 2006, ABAQUS Model for PCC Slab Cracking, *International Journal of Pavement Engineering*, 7 (4), 311-321.
- Maricar, S., Tatong, B., dan Hasan, H., 2013, Pengaruh Bahan Tambah *Plastiment-VZ* Terhadap Sifat Beton, *Majalah Ilmiah Mektek*, 15 (1), 39-50.
- Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Yogyakarta : Andi Offset.
- Mooy, M., Simatupang, P. H., dan Frans, J. H., 2017, Pengaruh Suhu *Curing* Beton Terhadap Kuat Tekan Beton, *Jurnal Teknik Sipil*, 4 (1), 47-60.
- Nawy, E. G., 1990, *Beton Bertulang : Suatu Pendekatan Dasar*, Terjemahan oleh Bambang Suryoatmono, Bandung : PT Eresco.
- Sutapa, A. A. G., Saputra, I. G. N. O., dan Mataram, K., 2011, Pemulihan Kekuatan Tarik Belah Beton Dengan Variasi Durasi Perawatan Pasca Bakar, *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 15 (2), 205-215.
- Syarif, F., Adi, A. D., dan Saputra, A., 2017, Studi Karakteristik Fondasi Pelat Tipis Dengan Pengaku Tiang “+” Pada Tanah Granuler Melalui Uji Eksperimen dan Analisis Permodelan Menggunakan *Software Abaqus*, *Jurnal Sainitis*, 17 (2), 66-78.
- Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (PD T-14-2003), Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.
- Winayati, dan Megasari, S. W., 2017, Analisis Pengaruh Penambahan *Sikament-NN* Terhadap Karakteristik Beton, *Jurnal Teknik Sipil*, 3 (2), 117-128.