



Simulasi 3D Desain Cetakan Kanstin Menggunakan *Finite Element Analysis*.

Safarudin Ramdhani^{1✉}, Muhammad Fatihul Abror², Tita Talitha³

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Dian Nuswantoro^(1,2,3)

DOI: 10.31004/jutin.v7i3.32257

✉ Corresponding author:

[safarudin.ramdhani@dsn.dinus.ac.id]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Analisis elemen hingga;

Cetakan kanstin;

Life cycle;

Analisis struktur;

Perkembangan pembangunan infrastruktur saat ini menyebabkan ketatnya persaingan industri beton pracetak. Penggunaan material beton pracetak menunjang kebutuhan pembangunan infrastruktur terutama jalan dan taman kota khususnya produk kanstin. Kemampuan cetakan beton pracetak bergantung beberapa faktor seperti pada desain, material dan proses pembuatannya. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui desain rancangan cetakan kanstin yang paling optimal dari segi struktur dan umur pakai. Metode *Finite Element Analysis (FEA)* digunakan untuk memodelkan dan menganalisis kinerja desain cetakan kanstin. Berdasarkan simulasi 3D dari delapan geometri dengan rangka baja WF dan UNP dengan jenis material ASTM A36 dan AISI 1081 masih dalam batas aman untuk nilai *yield strength*. Nilai *von mises* terbesar yaitu pada WF AISI B dan terkecil pada UNP AISI A. Dapat disimpulkan bahwa *life cycle* tertinggi pada jenis material ASTM A36 rangka UNP ketebalan A dengan nilai 7.91 tahun, sedangkan nilai *von missess stress* 113.4 Mpa dimana masih dibawah *yield strength* ASTM A36.

Keywords:

Finite element analysis;

Curb mold;

Life cycle;

Structure analysis;

Abstract

Current developments in infrastructure development have led to tight competition in the precast concrete industry. The use of precast concrete materials supports the need for infrastructure development, especially roads and city parks, especially kanstin products. The ability of precast concrete molds depends on several factors such as design, material and manufacturing process. The aim of this research is to find out the most optimal kanstin mold design in terms of structure and service life. The Finite Element Analysis (FEA) method is used to model and analyze the performance of kanstin mold designs. Based on 3D simulations of eight geometries with WF and UNP steel frames with ASTM A36 and AISI 1081 material types, it is still within safe limits for yield strength values. The largest von mises value is for WF AISI B and the smallest for UNP AISI A. It can be concluded that the highest life cycle is for the ASTM A36 material type UNP

frame thickness A with a value of 7.91 years, while the von misess stress value is 113.4 Mpa which is still below the yield strength of ASTM A36 .

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan infrastruktur terutama jalan dan taman kota sebagai ruang terbuka saat ini perlu ditunjang dengan kebutuhan material dengan jumlah tidak sedikit. Penggunaan material beton pracetak sangat diperlukan untuk mengejar kebutuhan tersebut. Industri beton pracetak terutama produk kanstin saat ini juga ikut terdampak, kanstin sendiri sering digunakan sebagai pembatas jalan, trotoar dan taman kota. Merujuk dari Badan standarisasi Nasional SNI 2442:2008 dalam hal penggunaan produk kanstin dapat memudahkan bagi pengguna jalan baik kendaraan bermotor maupun pejalan kaki dan sebagai sistem *drainase* serta menambah estetika (Badan Standarisasi Nasional, 2008). Teknologi pracetak khususnya dalam pengembangan perkerasan beton pracetak sudah sering diterapkan (Tayabji et al., 2011). Penerapan teknologi pracetak merupakan salah satu percepatan dari sisi waktu dan mutu (Handayani, 2020). Industri beton pracetak dalam produksinya dilakukan secara massal atau *mass product* dengan cepat dan rapi pada area permukaan. Kesiapan akan jumlah cetakan atau *moulding* dan mesin dalam fabrikasi juga menentukan. Desain cetakan atau *moulding* yang optimal dapat menciptakan proses produksi pracetak yang efektif dan efisien (Chen et al., 2016).

PT Dian Nuswantoro Rekayasa Teknologi merupakan industri beton pracetak dengan produksi diantaranya seperti batako, kanstin, *paving grass block*, genteng beton, bata *interlock*, *gilding block*, dan bata *roaster*. Pemakaian mesin dalam proses produksi menggunakan sistem press hidrolik mekanis, dimana menerapkan konsep fleksibilitas cetakan. Kemampuan cetakan beton pracetak bergantung beberapa faktor seperti pada desain, material dan proses pembuatannya. Perancangan cetakan harus sesuai untuk memenuhi spesifikasi produk beton pracetak dan *durability* material perlu diperhitungkan (Prihutama et al., 2022). Dengan adanya penambahan ketersediaan cetakan pracetak kanstin yang sesuai diharapkan akan memaksimalkan tingkat produksi pada industri tersebut.

Dalam merancang desain cetakan beton kanstin dilakukan dengan perangkat lunak berbasis *Computer Aided Engineering* (CAE) menggunakan analisis elemen hingga atau biasa disebut *finite element analisis* (FEA). Analisis elemen hingga (FEA) sering aplikasikan untuk menyelesaikan masalah analisis struktur dan berbagai bidang teknik lainnya (Beño et al., 2014). Analisis elemen hingga (FEA) diterapkan untuk menyelesaikan masalah perhitungan dalam pengembangan rancangan model tiga dimensi (Ramdhani et al., 2018).

Pada penelitian ini menyajikan simulasi tiga dimensi desain rancangan cetakan kanstin, untuk mempelajari ketepatan dalam desain dan pemilihan material. Analisis elemen hingga (FEA) digunakan untuk mengamati *durability* dan *life cycle* desain cetakan jika disematkan pada mesin press hidrolik.

2. METODE

2.1 Analisis Elemen Hingga

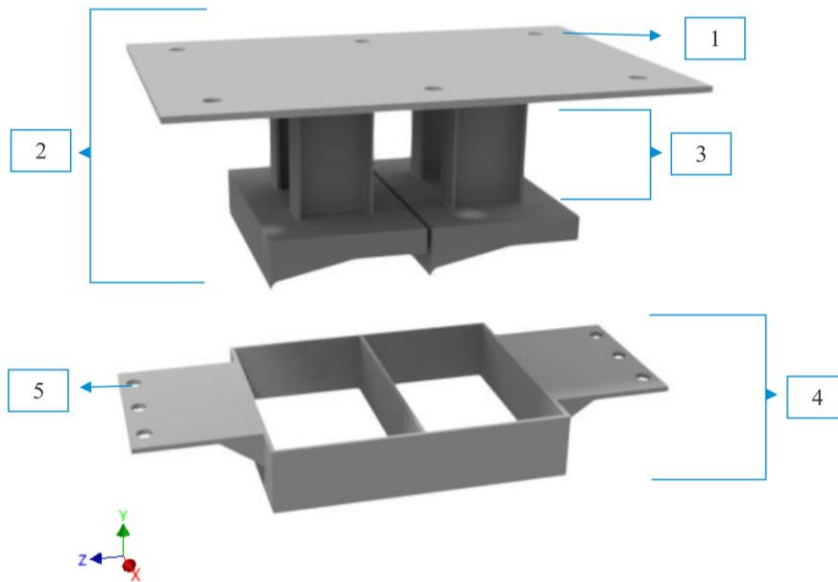
Desain cetakan kanstin yang dimodelkan elemen hingga dalam penelitian ini terdiri dari *movable plate* dan *stationary plate*. *Movable plate* berfungsi sebagai plat tempat pemasangan cetakan inti dimana sifatnya bergerak naik turun dengan kecepatan yang bisa diatur pada mesin press. Sedangkan *stationary plate* berfungsi sebagai plat tempat pemasangan cetakan rongga dimana bersifat tetap. Perhitungan tiga dimensi menggunakan metode elemen hingga mengikuti karya (Ramdhani et al., 2018), dapat dilihat pada persamaan di bawah ini.

$$\varepsilon = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \frac{\sigma}{\sigma_0} + \frac{1}{2} \varepsilon_0 \left(\frac{\sigma}{\sigma_0} \right)^n$$

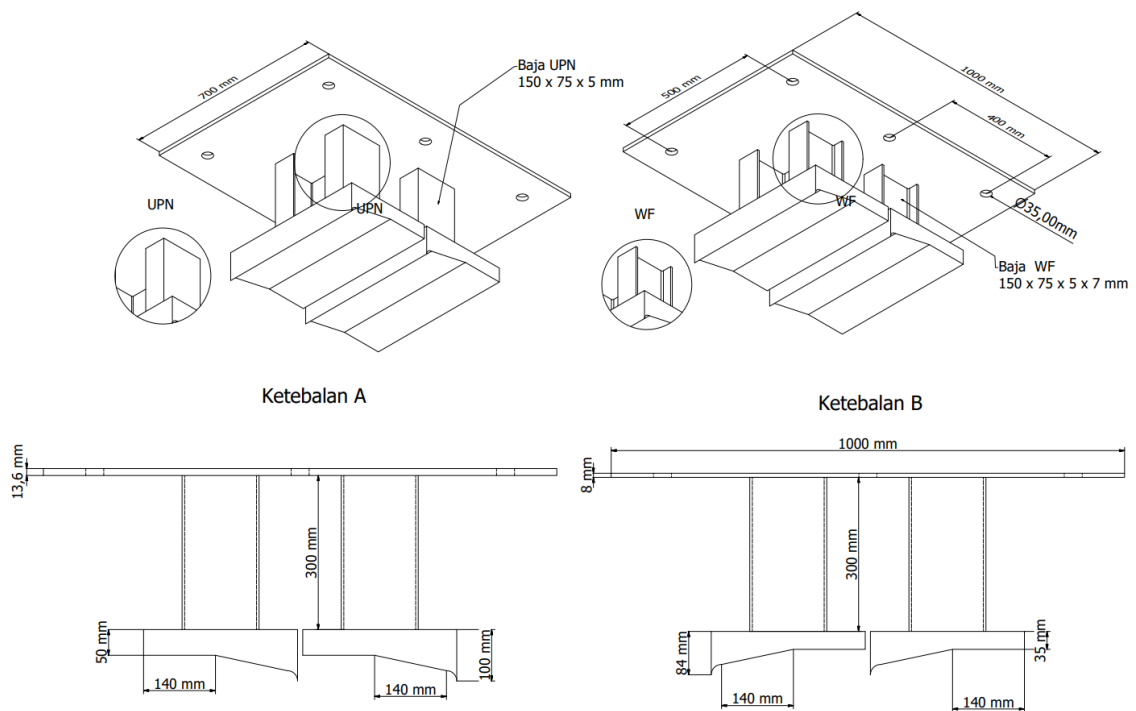
Rekayasa struktural dipergunakan untuk memperkirakan perilaku struktur pada desain cetakan saat dikenakan beban statis. Metode elemen hingga dapat difungsikan untuk beban statis tertentu dan tak tentu (Eka Wati & Ghazi, 2023). Dalam memperkirakan akan terjadinya resiko kerusakan pada desain cetakan kastin yang disebabkan oleh beban berulang digunakan *fatigue analysis*. *Fatigue analysis* salah satu cara untuk mengurangi kegagalan struktur saat mendesain suatu struktur (Al Adaby et al., 2023).

2.2 Desain Rancangan

Pada desain rancangan cetakan dibagi menjadi beberapa parameter menurut rangka, material dan ketebalan. Jenis rangka yang digunakan pada desain ini yaitu profil baja UNP (*U-shaped channel*) dan WF (*wide flanged*) sedangkan jenis material yang digunakan yaitu ASTM A36 dan AISI 1018. Pada pemilihan material tersebut mengandung jenis baja karbon rendah yang sering digunakan dalam industri karena sifatnya mudah dalam penyambungan atau mekanis dan nilai kekuatan tarik yang cukup tinggi. Pada Gambar.1 menjelaskan bagian cetakan kanstin yaitu terdiri dari Dudukan *Moveable plate*, *Moveble plate*, Tulangan cetakan, *Stateonary plate* dan Dudukan *Stateonary plate*. Kemudian pada Gambar 2 menjelaskan dimensi cetakan kanstin dengan berbagai spesimen dan Tabel 1 kode geometri cetakan kanstin.



Gambar 1. Bagian cetakan kanstin



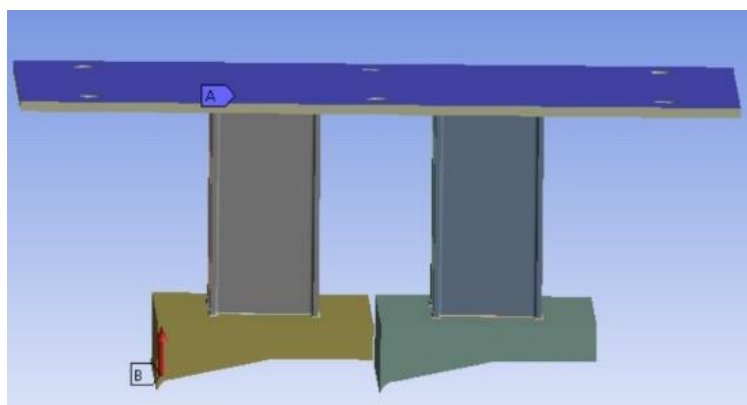
Gambar 2. Dimensi cetakan kanstin

Tabel 1. Kode geometri cetakan kanstin

No	Geometri	Jenis Tulangan	Material	Ketebalan
1	WF ASTM A	baja WF (<i>Wide Flange</i>) berbentuk huruf H	ASTM A36	A
2	WF AISI A	baja WF (<i>Wide Flange</i>) berbentuk huruf H	AISI 1018	A
3	UNP ASTM A	Baja UNP (<i>U-shaped channel</i>) berbentuk Huruf U	ASTM A36	A
4	UNP AISI A	Baja UNP (<i>U-shaped channel</i>) berbentuk Huruf U	AISI 1018	A
5	WF ASTM B	baja WF (<i>Wide Flange</i>) berbentuk huruf H	ASTM A36	B
6	WF AISI B	baja WF (<i>Wide Flange</i>) berbentuk huruf H	AISI 1018	B
7	UNP ASTM B	Baja UNP (<i>U-shaped channel</i>) berbentuk Huruf U	ASTM A36	B
8	UNP AISI B	Baja UNP (<i>U-shaped channel</i>) berbentuk Huruf U	AISI 1018	B

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan dari simulasi yang ditunjukkan Gambar 3 *fixed support* yang ditunjukkan pada huruf A (biru) dan kemudian arah pembebanan gaya yang ditunjukkan huruf B (merah), dimana gaya diasumsikan sebagai gaya reaksi. Gaya reaksi disini merupakan gaya balik yang diberikan agregat kepada plat cetakan dalam penekanan, ketika agregat diberikan gaya dari pelat maka akan timbul gaya reaksi yang besarnya sama akan tetapi berlawanan rah. Dalam hal ini gaya reaksi adalah gaya balik yang besarnya sama dengan arah yang berlawanan arah dimana diasumsikan sama dengan mesin tekan hidrolik beton pracetak sebesar 282600 N. Parameter untuk *fatigue* model menggunakan 1 siklus perhari sebesar 0.0003472222 dengan asumsi waktu sekali penekanan 30 detik.



Gambar 3. Model simulasi struktural statis

Tabel 2. Hasil simulasi

No	Geometri	Von mises Stress Kedua Pembebanan (Mpa)	Life Cycle (hari)	Life Cycle (Tahun)
1	WF ASTM A	121.09	2668.3	7.31
2	WF AISI A	121.33	2123.9	5.81
3	UNP ASTM A	113.40	2887.7	7.91
4	UNP AISI A	113.31	2347.3	6.43
5	WF ASTM B	167.89	1562.8	4.28
6	WF AISI B	168.54	328.85	0.90
7	UNP ASTM B	155.01	1914.40	5.24
8	UNP AISI B	155.49	479.86	1.31

Pada Tabel 2 di atas menunjukkan hasil beberapa geometri dengan profil rangka baja UNP dan WF dengan jenis material ASTM A36 dan AISI 1081, sedangkan variasi ketebalan A (5mm) dan B (7mm). Dapat dilihat bahwa nilai *von mises stress* terkecil dengan geometri UNP AISI A dengan nilai 113.31 Mpa dan *life cycle* 6.43 tahun. Sedangkan nilai *von mises stress* tertinggi terdapat pada geometri WF AISI B dengan nilai 168.54 Mpa dan nilai *life cycle* 0.90 tahun. Nilai tertinggi pada parameter *life cycle* terdapat pada geometri UNP ASTM A dengan nilai 7.91 tahun dengan nilai *von mises stress* 113.40 Mpa. Geometri rangka UNP dari material ASTM maupun AISI menunjukkan nilai *life cycle* yang paling tinggi. Namun, terdapat kesamaan antara geometri dengan ketebalan A dan B, yaitu pada WF AISI A dan UNP ASTM B dengan umur pakai sekitar 5.8 tahun dan 5.2 tahun, hanya terdapat selisih waktu sekitar 6 bulan. Sedangkan WF AISI dengan ketebalan B memiliki umur pakai paling pendek, yaitu hanya 9 bulan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi yang menunjukkan nilai *von mises stress* pada delapan geometri yang dianalisis, dapat disimpulkan bahwa tidak ada maksimum *von mises* dari geometri tersebut yang melebihi batas kekuatan luluh (*yield strength*) dimana kekuatan luluh ASTM A36 sebesar 250 Mpa dan AISI 1018 sebesar 370 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa semua geometri masuk kedalam kategori aman untuk digunakan pada mesin press kanstin namun bervariasi umur pakainya. Hasil *von mises* terbesar yaitu pada WF AISI B dan terkecil pada UNP AISI A, hal ini menunjukkan bahwa struktur UNP dengan material AISI dan ketebalan A merupakan geometri paling aman dan kuat dalam menahan beban. Sedangkan untuk hasil *life cycle* geometri yang paling lama umur pakainya adalah UNP ASTM A yaitu 7.91 tahun.

5. REFERENSI

- Al Adaby, I., Putri, L. L. A., . S., Dhiaulhaq, S. M., & Amalia, Y. (2023). Analisis Fatigue Failure Pada Shaft Propeller Sebagai Instrumen Utama Penggerak Kapal. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 15(1). <https://doi.org/10.24843/jem.2022.v15.i01.p07>
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *SNI 2442:2008 tentang Spesifikasi Kereb Beton untuk Jalan*.
- Beño, P., Kozak, D., & Konjatić, P. (2014). Optimization of thin-walled constructions in CAE system ANSYS. *Tehnicki Vjesnik*, 27(5).
- Chen, J. H., Yang, L. R., & Tai, H. W. (2016). Process reengineering and improvement for building precast production. *Automation in Construction*, 68. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.05.015>
- Eka Wati, D., & Ghazi, M. (2023). Program Aplikasi FEM Untuk Analisis Struktur Rangka Baja 2D. *INTER TECH*, 1(1). <https://doi.org/10.54732/i.v1i1.1007>
- Handayani, A. (2020). Siklus Produksi (Cycle Time) Beton Pracetak dengan Metode Beton Self Compacting Concrete (SCC). *Rekayasa Sipil*, 9(1), 18. <https://doi.org/10.22441/jrs.2020.v09.i1.04>
- Prihutama, I. M., Sugiyanto, S., & Setiyana, B. (2022). Perancangan Cetakan Untuk Produksi Panel Beton Fly Ash Bottom Ash. *Jurnal Teknik ...*, 10(1), 79–94. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/34302>
- Ramdhani, S., Saputra, E., & Jamari, J. (2018). Numerical simulation of artificial hip joint motion based on human age factor. *Journal of Physics: Conference Series*, 1025(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1025/1/012093>
- Tayabji, S., Buch, N., & Ye, D. (2011). Performance of precast concrete pavements. *T and DI Congress 2011: Integrated Transportation and Development for a Better Tomorrow - Proceedings of the 1st Congress of the Transportation and Development Institute of ASCE*, 894–907. [https://doi.org/10.1061/41167\(398\)86](https://doi.org/10.1061/41167(398)86)