

ANALISIS KEKUATAN BAJA BALOK DAN REL UNTUK KONSTRUKSI MESIN CRANE

Ahmad Nabil

D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

Email : ahmad.21069@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

menurut data BPS Statistik Industri Manufaktur dari tahun 2013 hingga 2015 terdapat kenaikan pada jumlah industri manufaktur yang ada di Indonesia. Salah satunya yaitu Overhead Crane merupakan Crane yang sering digunakan di workshop, sedangkan pada kecelakaan akibat kegagalan struktur, menurut OSHA 80% penyebab utama kegagalan adalah akibat overloading.

Pada tugas UTS kali ini penulis ingin menganalisis kekuatan balok crane dan rel crane. Dan pada hasil analisis perhitungan kekuatan balok crane dan rel crane dengan bentangan 4,75 meter memiliki Pendistribusian Va ke Roda Crane, (Beban Hidup) mencapai $M_{maks} = 0,4126829687600$ ton. (Beban Mati) $M = 0,2972609375$ ton/m. (Beban hidup + Beban mati) $M_{ux} = 7099439,0626$ N/mm. memiliki kekompakan antara Flens dan juga Web, sedangkan yang memenuhi syarat antara bentang pendek, menengah dan Panjang ialah yang menengah dikarenakan memenuhi syarat $\lambda < \lambda_p < \lambda_r$, dan yang terakhir $M_n \leq M_p$, $335.977.243,544065 \leq 2.102.500.000$ dikatakan memenuhi Syarat.

Kata Kunci : Overhead Crane, Crane, Beban.

Abstract

According to BPS Statistics for the Manufacturing Industry from 2013 to 2015 there was an increase in the number of manufacturing industries in Indonesia. One of them is the Overhead Crane which is a crane that is often used in workshops, whereas in accidents due to structural failure, according to OSHA, 80% of the main causes of failure are due to overloading.

In this UTS assignment, the author wants to analyze the strength of crane beams and crane rails. And on the results of the analysis of the calculation of the strength of the crane beam and crane rail with a stretch of 4.75 meters, the distribution of Va to the crane wheels (Live Load) reaches $M_{max} = 0.4126829687600$ tons. (Dead Load) $M = 0.2972609375$ tons/m. (Live load + Dead load) $M_{ux} = 7099439.0626$ N/mm. has compactness between the Flanges and also the Web, while those that meet the requirements between short, medium and long spans are medium because they meet the requirements $\lambda < \lambda_p < \lambda_r$, and the last $M_n \leq M_p$, $335,977,243,544065 \leq 2,102,500,000$ is said to meet the requirements.

Key Words : Overhead Crane, Crane, Burden.

1.1 Latar Belakang

Semakin berkembangnya zaman, produksi yang dilakukan oleh suatu industri dituntut semakin cepat dengan kapasitas yang semakin besar. Oleh karena itu, dalam dunia industri

sekarang dibutuhkan alat bantu untuk memindahkan dan mengangkat barang mulai dari yang sederhana (konvensional) sampai yang menggunakan teknologi otomatis. Pesawat pengangkat dan pemindah barang dapat digunakan untuk membantu pekerjaan manusia seperti konstruksi bangunan, reparasi dan

ViTeks/ April 2023 Volume 1 No. 1

produksi kapal, bongkar muat pelabuhan, industri otomotif, industri kereta api dan sebagainya. Salah satu sarana pesawat pengangkat dan pemindah barang adalah crane. Crane berguna untuk memindahkan barang baik secara vertikal maupun horisontal yang dapat dioperasikan secara manual atau otomatis.

Saat ini, *Overhead Crane* merupakan crane yang sering digunakan dalam *workshop* industry sebagai alat bantu penataan barang di Gudang. Namun menurut *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) terdapat tiga permasalahan yang paling sering terjadi pada overhead crane yaitu *electric hazard*, *overloading*, dan *material falling* dan untuk kecelakaan akibat kegagalan struktur, 80% penyebab utamanya adalah akibat *overloading*. OSHA mengestimasi bahwa terdapat kerusakan jumlah perusahaan Data Jumlah Perusahaan per Tahun 3 atau kegagalan pada crane terjadi setiap 10,000 jam penggunaan.

Maka dari itu penulis ingin melakukan analisis yang juga merupakan tugas dari dosen pengempuh, dan untuk *overhead crane* dengan kapasitas 40 ton. Penulis disini akan hanya berfokus pada Perhitungan Kekuatan balok dan Rel Crane yang juga merupakan bagian dari tugas itu sendiri.

1.2 Rumusan Masalah

1. Penghitungan seluruh beban pada balok crane dan rel crane

1.3 Tujuan

1. Mengetahui Kekuatan dari balok crane dan rel crane

1.4 Batasan Masalah

1. *Overhead crane* diasumsikan tanpa pengaruh korosi
2. Batasan dan Asumsi tambahan akan dicantumkan bila diperlukan

1.5 Manfaat

1. Sebagai media penulis untuk mengaplikasikan materi sebagai nilai UTS

2. Memberikan informasi ilmiah mengenai penelitian dalam bidang *overhead crane*

METODE

Perhitungan Kekuatan balok dan Rel crane

1. Data Perencanaan

- a) Bentang : 4,75 m
- b) Kapasitas Crane : 40 ton
- c) Berat Sendiri Crane : 39,4 Kg/m = 0,0394 ton
- d) Berat Sendiri Takel : 21 ton = 21.000 kg*
- e) Berat Sendiri Rel : 66 kg/m*
- f) Jarak Roda Crane : 1,75 m*
- g) Jarak dari permukaan luar kolom ke rel : 2 m*
- h) Jarak minimum lokasi takel ke rel : 1 m*
- i) Jarak antar Kolom : 4,75 m

2. Perhitungan pembebanan

- a) Pembebanan pada balok keran

$$\begin{aligned}
 P &= \text{Berat sendiri takel} + \text{kapasitas crane} \\
 &= 21 \text{ ton} + 40 \text{ ton} \\
 &= 61 \text{ ton} \\
 L_n &= \text{Bentang} - \text{Jarak luar kolom rel} \\
 &= 4,75 \text{ m} - 2 \text{ m} - 2 \text{ m} \\
 &= 0,75 \text{ m} \\
 V_a &= (P \times 18) + (\text{Berat sendiri crane} \times L_n \times (L_n/2)) \\
 &= (61 \text{ ton} \times 18) + (0,0394 \text{ ton} \times 0,75 \times (0,75/2)) \\
 &= 1.098,044325 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

3. V_a didistribusikan ke Roda Crane

- a) Perhitungan balok crane (Beban Hidup)

$$\begin{aligned}
 R_a &= V_a \times \text{Berat sendiri crane} / \text{Jarak antar kolom} \\
 &= 1.098,044325 \text{ ton} \times 0,0394 \text{ ton} / 4,75 \text{ m} \\
 &= 9,1079887168421 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

ViTeks/ April 2023 Volume 1 No. 1

$$\begin{aligned}
R_b &= V_a \times \text{Berat} &&= 1/15 \times (\\
\text{sendiri crane / Jarak antar kolom} &&&40 \text{ ton} + 21 \text{ ton}) \\
&= 1.098,044325 \text{ ton} &&= 4,06 \\
&\times 0,0394 \text{ ton} / 4,75 \text{ m} &&\text{ton/m} \\
&= &&\text{Beban roda} = V_a \\
&9,1079887168421 \text{ ton} &&= \\
M_c \text{ maks} &= R_a \times \text{Berat} &&1.098,044325 \text{ ton} \\
\text{sendiri crane} &= &&M_{\text{maks}} = \\
&= &&0,4126829687600 \text{ ton} \\
&9,1079887168421 \text{ ton} \times 0,0394 \text{ ton} &&M_{uy} = 1/\text{beban} \\
&= &&\text{roda} \times M_{\text{maks}} \\
&0,3588547554435 &&= \\
M \text{ maks} &= \text{Koefisien kejut} \times M_c &&1/1.098,044325 \text{ ton} \times \\
\text{maks} &= &&0,4126829687600 \text{ ton} \\
&= 1,15 \times &&= \\
&0,3588547554435 &&0,00037583452632 \text{ ton/m} \\
&= &&= \\
&0,4126829687600 \text{ ton} &&37,583452632 \text{ N/mm} \\
&= 412,6829687600 &&
\end{aligned}$$

e) WF 350.175.7.11.**

$$\begin{aligned}
A^{**} &= 63,14 \text{ cm}^2 \\
B^* &= 175 \text{ mm} \\
t_w^{**} &= 7 \text{ mm} \\
t_f^{**} &= 11 \text{ mm} \\
h_w^* &= 175 \text{ mm} \\
S_x^{**} &= 775 \text{ cm}^3 \\
S_y^{**} &= 112 \text{ cm}^3 \\
I_x^{**} &= 13600 \\
&\text{cm}^4 \\
I_y^{**} &= 984 \text{ cm}^4 \\
f_u^{**} &= 410 \text{ Mpa} \\
f_y^{**} &= 250 \text{ Mpa} \\
Z_x^{**} &= 841 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

b) Perhitungan Balok Crane (Beban mati)

$$\begin{aligned}
\text{Beban balok crane} &= 39,4 \\
&\text{kg/m} \\
\text{Beban rel} &= 66 \text{ Kg/m} \\
&= 105,4 \\
&\text{kg/m} \\
M &= 1/8(\text{Jmlh} \\
\text{beban mati} \times \text{Jarak antar kolom}^2) \\
&= \\
&1/8(105,4 \text{ kg/m} \times (4,75 \text{ m})^2) \\
&= \\
&297,2609375 \text{ kg/m} \\
&= \\
&0,2972609375 \text{ ton/m}
\end{aligned}$$

c) Perhitungan Balok Crane (Beban hidup + Beban mati)

$$\begin{aligned}
M_{ux} &= \text{Beban} \\
\text{hidup} + \text{Beban mati} \\
&= \\
&412,6829687600 + 297,2609375 \\
&= \\
&709,94390626 \text{ Kg/m} \\
&= \\
&7099439,0626 \text{ N/mm}
\end{aligned}$$

d) Momen akibat gaya rem melintang. Reaksi sumbu Y (lemah)

$$\begin{aligned}
\text{Momen} &= 1/15 \times \\
&(\text{kapasitas crane} + \text{berat takel})
\end{aligned}$$

f) Kekompakan flens

$$\begin{aligned}
\lambda &= B / 2t_f \\
&= 175 \text{ mm} / (2 \times \\
&11 \text{ mm}) \\
&= 7,954 \\
\lambda_p &= 170 / \sqrt{f_y} \\
&= 170 / \sqrt{250 \text{ Mpa}} \\
&= 10,751 \\
\lambda_r &= 370 / \sqrt{f_y} - f_r \\
&= 370 / \sqrt{250} - 70 \\
&= 27,578
\end{aligned}$$

Jika $\lambda < \lambda_p < \lambda_r$ maka penampang digolongkan kompak

g) Kekompakan web

$$\lambda = hw / tw = 175\text{mm} / 7\text{mm} = 25$$

$$\lambda_p = 1680 / \sqrt{f_y} = 1680 / \sqrt{250\text{Mpa}} = 106,252529$$

$$\lambda_r = 2550 / \sqrt{f_y} = 2550 / \sqrt{250} = 161,276160$$

$$= 139.500.000 \text{ N/mm}$$

$$M_n = 0,98 (139.500.000 + (2.102.500.000 - 139.500.000) \times (5705,99 - 4750) / (5705,99 - 1966,32)) = 335.977.243,544065$$

$$M_n \leq M_p$$

$$335.977.243,544065 \leq 2.102.500.000$$

OK!!!

Jika $\lambda < \lambda_p < \lambda_r$ maka penampang digolongkan kompak

Didalam pembahasan diatas terdapat beberapa kaya yang memiliki bintang di samping kata tersebut yang memang membutuhkan penjelasan gambar, berikut penjelasannya.

h) Tekuk lateral

$$\text{Bentang} = 4,75 \text{ m} = 4750 \text{ mm}$$

$$f_l = f_y - f_r = 250 \text{ Mpa} - 70 = 180 \text{ Mpa}$$

$$L_{p^{**}} = 196,632 \text{ cm} = 1966,32 \text{ mm}$$

$$L_{r^{**}} = 570,599 \text{ cm} = 5705,99 \text{ mm}$$

‘*’ ditujukan untuk gambar 1

i) Kontrol bentang

$$\text{Bentang pendek} \leq L_p = \text{syarat, L} = 4750 \geq 1966,32$$


Tidak OK!!

$$\text{Bentang menengah} = \text{Syarat, } L_p \leq L \leq L_r = 4750 \leq 5705,99$$

OK!!

$$\text{Bentang panjang} = L \geq L_r = 4750 \leq 5705,99$$

Tidak OK!!



Section Index	Weight kg/m	Depth of Section (A) mm	Flange Width (B) mm	Thickness (t) mm	Corner Radius (r) mm	Sectional Area cm²	Moment of Inertia			Radius of Gyration		Modulus of Section	
							Jx cm⁴	Jy cm⁴	Jz cm⁴	ix cm	iy cm	Zx cm³	Zy cm³
040	200	406	403	16	24	22	254,9	78,000	28,200	17,5	10,1	3,940	1,300
043	197	400	408	21	21	22	250,7	70,900	23,800	16,8	8,75	3,540	1,170
088	172	400	400	13	21	22	218,7	66,600	22,400	17,5	10,1	3,330	1,120
115	198	394	405	18	18	22	214,4	59,700	20,000	16,7	9,65	3,030	985
182	147	384	388	11	18	22	186,8	56,100	18,900	17,3	10,1	2,850	951
182	140	388	402	15	15	22	178,5	49,000	16,300	16,6	9,54	2,520	809
53	107	390	300	10	16	22	136,0	38,700	7,210	16,9	7,28	1,980	481
52	94,3	386	299	9	14	22	120,1	33,700	6,240	16,7	7,21	1,740	418
02	68,0	400	200	8	13	16	84,12	23,700	1,740	16,8	4,54	1,190	174
31	56,6	396	199	7	11	16	72,18	20,000	1,450	16,7	4,48	1,010	145
1	159	356	352	14	22	20	202,0	47,800	16,000	15,3	8,90	2,670	908
4	155	350	357	19	19	20	198,4	42,800	14,400	14,7	8,53	2,450	809
1	136	350	350	12	19	20	173,9	40,300	13,800	15,2	8,84	2,300	776
8	131	344	354	16	16	20	166,6	36,300	11,800	14,6	8,43	2,050	659
9	115	344	348	10	16	20	146,0	33,300	11,200	15,1	8,78	1,940	646
1	108	338	351	13	13	20	135,3	28,200	9,300	14,4	8,33	1,670	534
1	79,7	340	250	9	14	20	101,5	21,700	3,850	14,6	6,00	1,290	292
1	69,2	336	249	8	12	20	88,15	18,500	3,090	14,5	5,92	1,100	248
1	49,6	350	175	7	11	14	63,14	13,600	984	14,7	3,95	775	112
1	41,4	348	174	6	9	14	52,68	11,100	792	14,5	3,88	641	91,0
1	106	304	301	11	17	18	134,8	23,400	7,730	13,2	7,57	1,540	514
1	106	300	305	15	18	18	134,8	21,500	7,100	12,6	7,26	1,440	466
1	94,0	300	300	10	15	18	119,8	20,400	6,790	13,1	7,51	1,380	450
1	87,0	298	299	9	14	18	110,8	18,800	6,240	13,0	7,51	1,270	417
1	84,5	294	302	12	12	18	107,7	16,900	5,520	12,5	7,16	1,150	365
1	65,4	298	201	9	14	18	83,36	13,300	1,900	12,6	4,77	893	189
1	56,8	294	200	8	12	18	72,38	11,300	1,600	12,5	4,71	771	180
1	35,7	300	150	6,5	9	13	48,78	7,210	508	12,4	3,29	481	67,7
1	32,0	298	149	5,5	8	13	40,80	6,320	442	12,4	3,29	424	59,3

Gambar 1. Gunawan Sulisty “Tabel baja-wf-lrfd” 2018 [online]

***’ ditujukan untuk gambar 2

Untuk bentang menengah maka :

$$M_n = C_b \times (M_r + (M_p - M_r) \times (L_r - L) / (L_r - L_p))$$

$$C_b = 0,98$$

$$M_p = f_y \times Z_x = 250 \times 841 = 2.102.500.000 \text{ Mpa} = 2.102.500.000 \text{ N/mm}$$

$$M_r = S_x (F_y - F_r) = 775 (250 - 70) = 139.500.000 \text{ Mpa}$$

Gambar 2. Ir. Rudy Gunawan “Tabel Profil KONSTRUKSI BAJA” 2017 [online]

“***” ditunjukkan untuk gambar 3

Gambar 3. Data Profil WF excel milik sendiri

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil hitungan dari analisis untuk overhead crane berkapasitas 40 ton

1. Memiliki V_a sebesar 1.098,044325 ton
2. Pendistribusian V_a ke Roda Crane, (Beban Hidup) mencapai M maks = 0,4126829687600 ton. (Beban Mati) $M = 0,2972609375$ ton/m. (Beban hidup + Beban mati) $Mux = 7099439,0626$ N/mm

3. Kekompakan Flens dan juga Web Dinyatakan Kompak dikarenakan $\lambda < \lambda_p < \lambda_r$
4. Antara Bentang Pendek, Menengah dan Panjang yang memenuhi syarat ialah Menengah Syarat, $L_p \leq L \leq L_r$. $1966,32 \leq 4750 \leq 5705,99$
5. $M_n \leq M_p$, $335.977.243,544065 \leq 2.102.500.000$ dikatakan memenuhi Syarat

SIMPULAN

Dapat dikatakan Ketahanan Baja WF 350.175.7.11 dalam menahan beban dari pada crane “dapat menahan beban crane” tetapi teruntut Bentang pendek dan juga Panjang tidak memenuhi syarat

REFERENSI

[1] K. Harman, “The Three most Common Overhead Crane Problems,” 2014. [Online]. Available: <http://www.spanco.com/blog/entry/overhead-cranesafetythree-major-hazards-and-preventative-measures>.

[2] Gunawan Sulistyio “Tabel baja-wf-lrfd” 2018 [online]. Available: <https://www.slideshare.net/gwnsulistyio/tabel-bajawflrfd>

[3] Ir. Rudy Gunawan “Tabel Profil KONSTRUKSI BAJA” 2017. Available: <https://bramanalendrablog.files.wordpress.com/2017/01/tabel-profil-konstruksi-baja.pdf>

[4] Achfas Zacoeb “Konstruksi Baja I” 2014. Available: <http://zacoeb.lecture.ub.ac.id/files/2014/11/23-Analisis-Penampang-Plat-Girder.pdf>