

Analisis Struktur Sambungan Lengan *Rotary Crane* Berkapasitas 35 Ton

Kasda

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Subang
Jalan Arief Rachman Hakim No.8 Subang
kaskadasdoels@gmail.com,

Abstrak

Crane merupakan salah satu alat berat yang berfungsi untuk mengangkat dan mengangkut beban yang berat. Bentuk dan ukuran *crane* bervariasi berdasarkan fungsinya. *Crane* sebagai alat bantu di industri sangat berperan dalam kelancaran proses produksi. Jenis *Rotary crane* dirancang dan dibuat agar dapat diputar 360 derajat untuk keperluan produksi pada salah satu perusahaan produksi kertas. Karena adanya perubahan ukuran produksi kertas, sehingga ukuran *jumbo roll* bertambah panjang dan tentunya harus diikuti adanya penambahan/modifikasi panjang lengan *rotary crane* agar dapat mengangkat dan memindahkan *jumbo roll*. Metoda elemen hingga digunakan untuk menganalisis kekuatan konstruksi hasil modifikasi lengan *rotary crane*. Pemodelan *rotary crane* menggunakan software *AUTODESK AUTOCAD 2017* yang selanjutnya simulasi menggunakan *Software ANSYS Workbench 14.5 trial version* untuk menganalisis distribusi tegangannya. Hasil dari simulasi modifikasi panjang lengan *rotary crane* ini didapatkan bahwa distribusi tegangan *von mises* maksimum sebesar 143 MPa dan jika dibandingkan dengan *Yield Strength* material sebesar 250 MPa maka *safety factor*nya hanya 1,7 dan hal ini dinyatakan masih kurang aman. Beberapa upaya dan saran dilakukan untuk menurunkan tegangan maksimum *von mises* yaitu dengan cara menambahkan pelat penguat (*reinforcement*) pada bagian atas lengan *rotary crane* dengan ketebalan pelat 5 mm dan 10 mm. Hasil simulasi penambahan *reinforcement* memperlihatkan adanya penurunan tegangan maksimum *von mises* yaitu menjadi 119 MPa untuk penambahan pelat 5 mm dan 112 MPa untuk penambahan pelat 10 mm. Dengan demikian *Safety factor* meningkat menjadi 2,1 dan 2,2.

Kata kunci: *rotary crane*, *von mises*, *reinforcement*, *safety factor*.

Latar Belakang

Crane adalah suatu alat berat yang biasa digunakan untuk mengangkat beban yang besar. *Crane* bekerja dengan rangkaian tali rope (tali baja), katrol, dan motor sebagai penggerakannya.

Crane berperan penting untuk mempercepat proses produksi atau proses pekerjaan. Ada beberapa jenis *crane* yang biasa digunakanyaitu *crawler crane*, *mobile crane*, *tower crane*, dan *hoist crane* sebagaimana terlihat pada Gambar 1

Dalam penelitian ini *crane* yang akan dianalisis adalah *crane* jenis *hoist crane*. *Crane* ini didesain khusus agar dapat berputar 360° (*rotary crane*), *crane* ini adalah pelengkap dari *overhead crane* sebagai alat bantu khusus untuk mengangkat dan mengangkut hasil produksi yang biasa disebut *jumbo roll* dan memiliki kemampuan mengangkat beban maksimum 35 ton.

Karena ada perubahan ukuran Panjang pada *jumbo roll* sebagai alat penggulung kertas, dimana awalnya lengan *Crane* mempunyai panjang awal hanya 3.000 mm,

harus diperpanjang (modifikasi) lengannya menjadi 7.000 mm, agar dapat mengangkat dan memindahkan jumbo roll ke lokasi proses *rewinding*. Penambahan lengan crane dilakukan dengan menambahkan Panjang lengan menggunakan material *mild steel* profil batang I beam.



a. Crawler Crane



b. Mobile Crane



c. Tower Crane



d. Hoist Crane

Gambar 1 Macam-macam crane

Tujuan

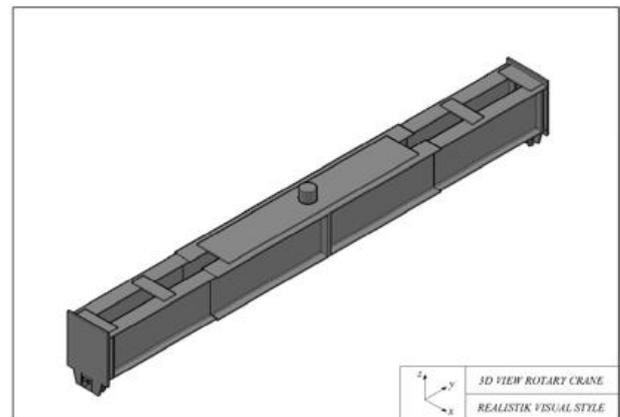
Penambahan lengan *rotary crane* akan menimbulkan kenaikan angka momen lentur pada lengan crane sehingga akan menaikkan distribusi tegangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi tegangan yang terjadi pada sambungan lengan *rotary crane* sehingga diharapkan dapat menyimpulkan apakah modifikasi yang dilakukan aman atau tidak yang selanjutnya diharapkan dapat memberikan masukan atau saran pada perusahaan yang bersangkutan.



Gambar 2 Modifikasi *rotary crane* lengan tambahan

Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur *rotary crane* berdasarkan data dari gambar teknik yang telah disesuaikan dengan kondisi aktualnya. Pemodelan dibuat dengan Autodesk *Autocad 2011 mechanical*. Pemodelan dibuat sedetil dan semirip mungkin agar mendekati kondisi senarnya sebagaimana dapat terlihat pada pemodelan dalam *Autocad* berbasis 3D yang selanjutnya diekspor menjadi *file extension ".sat"* (*Standard ACIS Text*). Ekspor file ini dilakukan agar dapat dibaca dalam *software ANSYS WORK BENCH VERSI. 14.5*

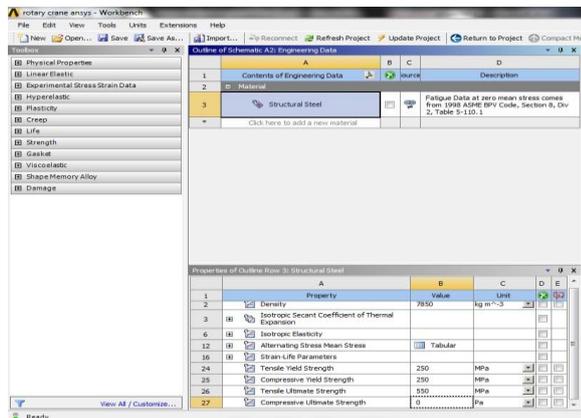


Gambar 3 Pemodelan *rotary crane*

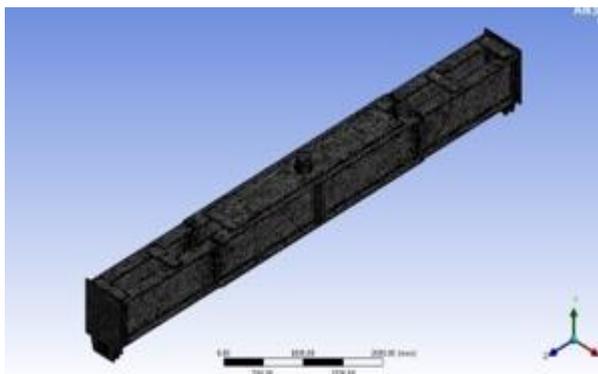
Input Engineering Data Material

Setelah model di *import* ke *ANSYS WORKBENCH* selanjutnya input *material engineering data*. Material yang dipakai

adalah *mildsteel* yaitu kelompok baja karbon rendah. Kekuatan ultimat *mild steel* 550 MPa, kekuatan yield 250 MPa dan modulus elastisitas sebesar 200 GPa . Menu *engineering data* dan masukan sifat mekanik material dan selanjutnya proses *input model* dan proses *meshing* seperti terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4 Input sifat mekanik material



Gambar 5 Proses *Meshing*

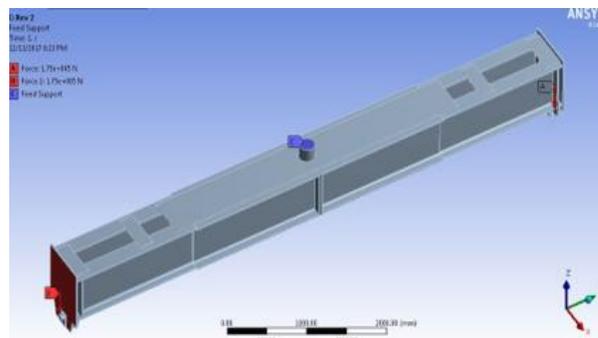
Pembebanan dan Kondisi batas

Sesuai dengan cara kerjanya, pembebanan diletakan pada kedua bagian ujung lengan crane agar pada kondisi aktualnya

Beban maksimum sebesar 35 ton yang dibagi menjadi dua dan diletakan pada lengan A dan B seperti terlihat pada. yang masing-masing lengan menerima beban sebesar 17.5 ton atau sekitar 175.000 N.

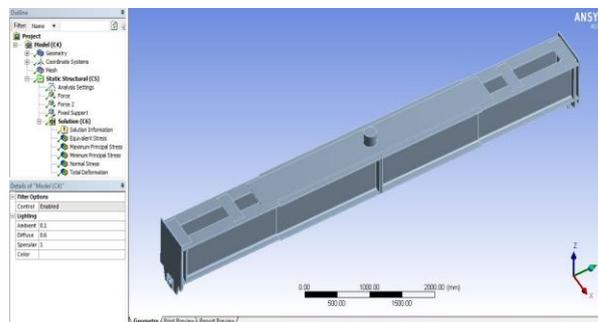
Kondisi batas dibuat semirip mungkin dengan kondisi aktualnya dimana penempatan *support* atau tumpuan dipilih *fixed support*

pada posisi poros pengait tengah yang menyebabkan struktur tidak boleh bergerak pada arah sumbu X, Y dan Z. adapun pemberian beban dan kondisi batas seperti terlihat pada Gambar 6



Gambar 6 Penempatan beban dan kondisi batas

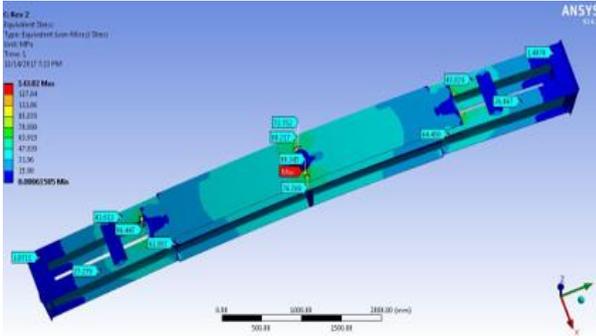
Setelah melakukan pemodelan dan memasukan data-data, maka model siap *running analysis* seperti terlihat pada Gambar 7. Dari hasil *running analysis* dapat diamati hasil simulasi berupa distribusi tegangan *equivalent stress* (*Von mises*), *normal stress*, dan total deformation.



Gambar 7 Proses *running analysis*

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil analisis metoda elemen hingga, tegangan yang terjadi pada struktur *rotary crane*, dapat diketahui bahwa tegangan yang terbesar berada diposisi tengah (*center*) struktur seperti terlihat pada Gambar 8



Gambar 8 Distribusi tegangan *Von mises* pada rotary crane

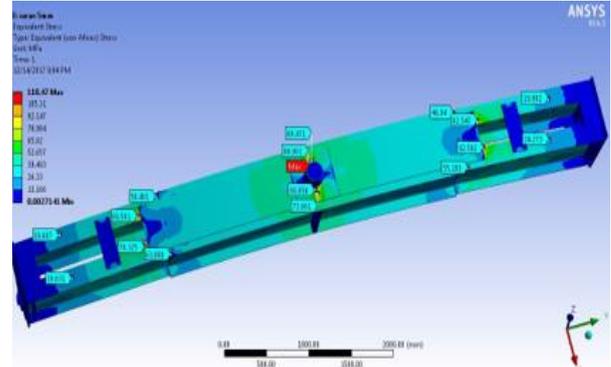
Tegangan yang terjadi pada lengan dan sambungan relatif kecil dibandingkan dengan tegangan yang terjadi pada tengah lengan struktur. Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 143,82 MPa. Kekuatan material *ultimate strength* sebesar 550 MPa dan *yield strength* sebesar 250 MPa. Dengan demikian *safety factor* sebesar 1,74:

$$Sf = \frac{\text{yield strength}}{\text{tegangan terjadi}} = \frac{250}{143.82} = 1.74$$

Dengan demikian *modifikasi lengan rotary crane* yang dilakukan dapat dikategorikan kurang aman. Karena konstruksi dikatakan aman apabila memiliki nilai *safety factor* ($SF \geq 2$) (lebih besar sama dengan dua).

Untuk memperkecil tegangan yang terjadi dan membuat *modifikasi rotary crane* lebih aman maka disarankan untuk menambah plat penguat pada bagian atas tengah lengan *rotary crane* dimana tegangan terbesar terjadi.

Dengan penambahan plat ketebalan 5 mm dan 10 mm. Berikut hasil analisis dan pembahasan penambahan plat:



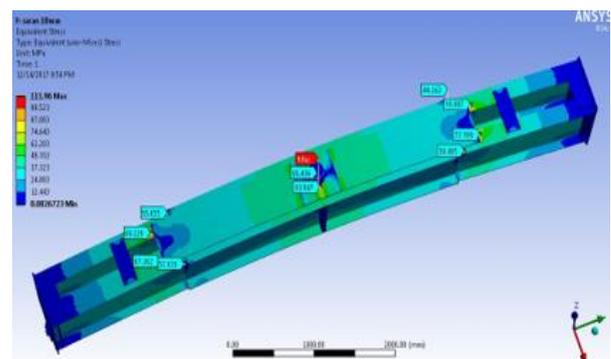
Gambar 9 Distribusi tegangan *Von mises* pada *rotary crane* dengan penambahan plat penguat tebal 5 mm

Terlihat pada Gambar 9 setelah ditambahkan plat penguat dengan ketebalan 5mm di tengah struktur, maka tegangan maksimum *von mises* yang terjadi turun menjadi 118.47 MPa.

$$\frac{\text{yield strength}}{\text{tegangan terjadi}} = \frac{250}{118.47} = 2.1$$

Terlihat pada Gambar 10 setelah ditambahkan plat 10mm ditengah struktur, distribusi tegangan *von mises* yang terjadi menurun menjadi 111.96 MPa. Dalam analisis ini *safety factor* yang didapat:

$$Sf = \frac{\text{yield strength}}{\text{tegangan terjadi}} = \frac{250}{111.96} = 2.2$$



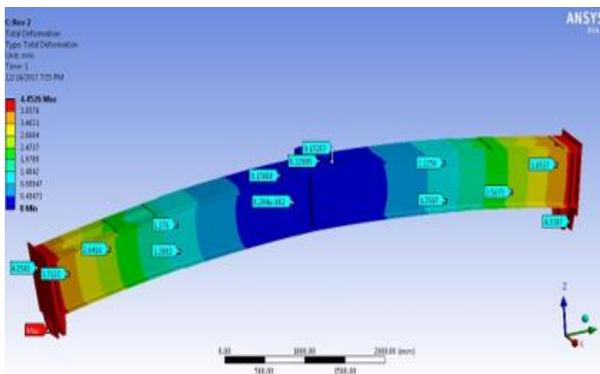
Gambar 10 Distribusi tegangan *Von mises* pada rotary crane dengan penambahan plat penguat tebal 10 mm

Dari hasil analisis diatas terbukti bahwa penambahan plat dengan ketebalan tertentu di bagian tengah struktur *rotary crane*

dapat menurunkan tegangan maksimum dan meningkatkan *safety factor* sehingga modifikasi *rotary crane* menjadi lebih aman karena angka *safety factor* yang didapatkan pada penambahan plat 5 mm dan 10 mm masing-masing mencapai 2,1 dan 2,2

Deformasi

Hasil analisis berikutnya adalah *deformasi* yang terjadi pada struktur *rotary crane*. seperti yang terlihat pada Gambar 11 terdeformasi maksimum pada kedua ujungnya sebesar 4.45 mm.



Gambar 11 Deformasi pada struktur rotary crane

Kesimpulan dan saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan:

1. Tegangan maksimum *von mises* terletak pada lengan bagian tengah *rotary crane* sebesar 143,82 MPa.
2. *Safety factor* sebesar 1,74 termasuk dalam kurang aman.
3. *Deformasi* maksimum terjadi pada kedua ujung lengan *rotary crane* sebesar 4,45 mm.
4. Untuk menurunkan tegangan maksimum *von mises*, maka disarankan ada penambahan pelat penguat (*reinforcement*) berupa pelat dengan ketebalan 5 mm atau 10 mm yang

diletakan pada bagian atas lengan *rotary crane*.

5. Berdasarkan simulasi elemen hinggadengan adanya penambahan pelat ketebalan 5 mm dan 10 mm didapatkan penurunan tegangan maksimum *von mises* dari 143,82 MPa turun masing masing menjadi 119 MPa dan 113 MPa, *safety factor* naik menjadi masing-masing 2,1 dan 2,23 sehingga *rotary crane* dinyatakan dapat beroperasi aman.

Tabel 1 Tabel perbandingan hasil analisis antara desain awal dengan penambahan pelat (*reinforcement*)

DATA HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN			
	Desain Awal	Menambah plat 5mm	Menambah plat 10mm
Tegangan (Mpa)	143.82	118.47	111.96
Deformasi (mm)	4.4	4.4	4.4
Safety Factor	1.74	2.11	2.23

Daftar Pustaka

1. E. P. Popov, Zainul Astamar, **MEKANIKA TEKNIK**, Edisi Baru, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1996.
2. Ferdinand P. Beer / E. Russel Johnston, Jr. / John T. DeWolf / David F. Mazurek **MECHANICS OF MATERIALS fifth edition**.
3. Ansys Workbench Versi 14.5
4. Autodesk Autocad 2011