

Perancangan Frame *Crawler Track* pada Kendaraan Ringan

Tito Shantika, Eka Taufiq Firmansyah, Gesha Putra Utama
Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia
Jl. PHH. Mustafa No.23 Bandung 40124
Email: tshantika@itenas.ac.id

Received 17 Maret 2021 | *Revised* 15 Juni 2021 | *Accepted* 16 Agustus 2021

ABSTRAK

Crawler track merupakan sistem roda rantai pada kendaraan yang difungsikan untuk dapat melalui berbagai kondisi jalan yang sulit dilalui kendaraan beroda. System Crawler track dapat diterapkan pada kendaraan ringan yang digunakan untuk transportasi pada daerah yang mempunyai jalan yang sulit dilalui. Pada kendaraan system tersebut diperlukan komponen frame yang mampu menahan beban-beban kendaraan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang Frame crawler track pada kendaraan ringan untuk dapat melewati jalan berkontur tanah. Perancangan frame crawler track dirancang dengan menentukan konsep bentuk frame yang sesuai dengan spesifikasi perancangan kemudian menentukan bentuk dan analisis tegangan dengan menggunakan perangkat lunak. Simulasi menghasilkan tegangan yang terjadi pada frame maksimum 125 MPa dengan Safety Factor 2.

Kata kunci: Crawler track, Roda rantai, Kendaraan ringan.

ABSTRACT

The crawler track is a chain-wheel system in vehicles, it is used for various road conditions when the wheeled vehicles difficult to drive. The Crawler track system can be applied to light vehicles for used transportation in areas that have roads that are difficult to access. a frame of vehicle system component should be to withstand the loads of the vehicle required. The purpose of this study is to design a crawler track frame for light vehicles to pass through ground contoured roads. The design of the frame crawler track is designed by determining the concept of the frame shape in accordance with the design specifications then determining the shape and stress analysis using the software. The simulation results in the stress that occurs in a maximum frame of 126.5 MPa with a Safety of Factor is 1.97.

Keywords: Crawler track, chain wheel, light vehicle.

1. Pendahuluan

Dalam infrastruktur jalan di suatu daerah masih terdapat jalan dengan medan yang cukup sulit untuk dilewati seperti adanya jalan yang tidak rata, bebatuan dan berlumpur. Untuk dapat melewati jalan tersebut diperlukan jenis kendaraan ringan yang dapat melewati jalur yang sulit agar sampai pada tempat yang dituju. Oleh sebab itu perlu dirancang kendaraan ringan dan dapat di digunakan pada kondisi jalan tersebut.

Terdapat banyak jenis kendaraan ringan yang dapat digunakan untuk jalur medan yang terjal, salah satunya yaitu kendaraan ringan yang berjenis ATV (*all terrain vehicle*) atau kendaraan segala medan. Jenis kendaraan ringan yang digunakan dapat berupa ATV penggerak 4 roda, maupun kendaraan dengan menggunakan *crawler track*. Roda *crawler track* ini berbentuk seperti rantai yang saling terhubung dan menggunakan beberapa roda didalamnya, dan memiliki beberapa komponen pendukung lainnya sebagai penunjang aktivitas kendaraan sesuai pengaplikasiannya.

Penggunaan roda *crawler track* banyak diaplikasikan seperti pada kendaraan militer sebagai kendaraan tempur perang yang dapat menjangkau segala medan, pada kendaraan pertambangan, kendaraan pertanian, kendaraan pembuatan konstruksi bangunan, robot pencarian dan sebagainya. Robot beroda crawler mempunyai mobilitas tingkat tinggi sehingga robot semacam itu sering kali lebih disukai dalam tugas pencarian dan penyelamatan perkotaan [1][2].

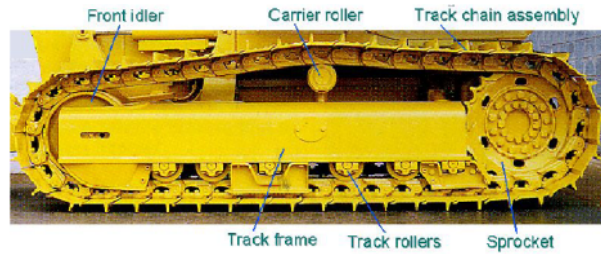
Roda *crawler track* memiliki kelebihan dapat bergerak dengan baik pada tekstur jalan yang tidak rata, keras atau tidak padat. Roda *crawler track* memiliki kemungkinan dapat mengatasi medan yang ekstrim dan sedikit untuk terjebak atau slip di jalur yang terjal. Seperti yang dikutip Wong (1989) bahwa dapat di asumsikan distribusi tekanan linier sehingga tekanan pada tanah harus mempertimbangkan titik berat kendaraan [3]. Ketika kendaraan crawler melaju pada trak, masalah yang muncul adalah ketidakstabilan tanah dimana akibat interaksi beban yang tinggi antara roda crawler dan jalan [4]. Namun menurut Tang (2019), Pada system crawler yang dapat mencapai kestabilan seluruh mesin yang baik pada beban yang cukup besar dapat menggunakan struktur sasis tiga lapis [5].

Kendaraan beroda crawler mempunyai keunggulan yang telah dijelaskan diatas dan frame merupakan salah satu factor kestabilan kendaraan maka penelitian ini akan dirancang system roda *crawler track* untuk kendaraan ringan yang dapat digunakan pada jalan sulit dijangkau oleh kendaraan jenis lain. Perancangan ini akan difokuskan pada perancangan konsep jenis frame yang cocok dan perancangan detail frame yang telah ditentukan untuk mendapatkan system crawler track yang sesuai. Desain Struktur juga perlu dilakukan untuk mengetahui kapasitas bearing pada crawler pertanian seperti yang dilakukan Zhong (2020) [6], namun pada penelitian ini hanya membahas mengenai metode perancangan menggunakan pahl & beitz serta merancang dimensi frame sehingga dapat di implementasikan untuk kendaraan ringan.

1.1. Komponen Utama Crawler Track

Crawler track atau *Undercarriage* atau disebut juga sebagai kerangka bawah merupakan bagian dari sebuah *crawler tractor* yang berfungsi untuk menopang dan meneruskan beban unit ke tanah, bersama-sama dengan sistem steering dan rem mengarahkan unit untuk bergerak maju, mundur, ke kanan, dan ke kiri, Serta sebagai pembawa dan pendukung unit.

komponen struktur *undercarriage assembly* terdapat beberapa komponen diantaranya *front idler*, *carrier roller*, *track chain assembly*, *track frame*, *track rollers*, dan *sprocket* [7].



Gambar 1. undercarriage assembly Crawler track komponen [7]

Fungsi beberapa komponen pada *crawler Track* antara lain [7]:

- a. *Sprocket* berfungsi untuk Meneruskan tenaga gerak ke *track* melalui *bushing*. Merubah putaran menjadi gulungan pada *track* agar unit dapat bergerak. Tipe *sprocket* ada dua macam, yaitu *solid sprocket* dan *segmented sprocket*. *Sprocket* dengan tipe *solid* terbuat dari *cast steel* yang merupakan satu kesatuan, sehingga jika ada salah satu *teeth* pada *sprocket* yang mengalami kerusakan, maka untuk menggantinya harus dilakukan pemotongan dan dilas kembali.
- b. *Idler* dipasang pada bagian depan dari *track frame* yang berfungsi **sebagai pengarah (guide) track link assembly dan peredam kejut**. Pada bagian dalam dari *idler* dilengkapi dengan *bushing* dan *shaft* serta oli yang berfungsi sebagai pelumas.
- c. *Carrier roller* merupakan salah satu komponen *undercarriage* yang berfungsi untuk: Menahan gulungan bagian dari *track shoe assembly* agar tidak melentur ke bawah dan Menjaga kelurusan antara *track shoe assembly* dengan *idler*.
- d. *Track frame* merupakan tulang punggung dari pada *undercarriage*, sebagai tempat kedudukan komponen-komponen *undercarriage*. Pada setiap *crawler tractor* terdapat 2 buah *track frame* yang dipasang pada bagian kiri dan kanan unit. *Track frame* merupakan gabungan baja yang dibentuk menyerupai kotak (*box*) yang disusun saling menyilang dan dirakit dengan *plat* baja yang dilas.
- e. *Track shoe* berfungsi untuk menimbulkan traksi dan kemudahan dalam bermanuver pada sebuah *crawler tractors*. Seperti halnya kita dalam memilih jenis sepatu, jika kita salah dalam memilih *track shoe*, maka akan berakibat alat kita akan mudah slip dan gaya dorong dan gaya tarik yang dihasilkan akan kecil.
- f. *Track roller* yang terdapat pada sebuah *undercarriage* berfungsi sebagai pembagi berat unit ke *track* dan sebagai pengarah *track link*, bukan untuk menggulung *track*. *Track roller* terdiri atas dua jenis, yaitu *single flange* dan *double flange*.

1.2. Jenis Mekanisme Crawler Track

A. High Drive Undercarriage

High drive undercarriage adalah roda penggerak bagian bawah kendaraan alat berat yang biasanya digunakan pada *bulldozer* untuk meratakan permukaan tanah yang tidak rata atau membersihkan jalan yang terhalang salju, ranting, dsb. *Crawler track* jenis ini dengan menempatkan *drive sprocket* diatas *track frame* dan menggunakan dua buah *idler*.

B. Conventional Drive Undercarriage

Conventional drive undercarriage merupakan roda *crawler* yang mempunyai roda yang mirip dengan *dozer* hanya dipasang lebih maju kedepan untuk menstabilkan alat pada saat mengangkat material. Alat beroda *crawler* umumnya dipilih jika alat tersebut akan digunakan pada permukaan

kasar atau kurang padat. Selain itu juga karena alat tersebut di dalam pengoperasiannya tidak perlu melakukan banyak bergerak [8].

C. Ripsaw Crawler

Platform super platform Ripsaw EV Series (Extreme Vehicles) adalah salah satu kendaraan mewah yang paling dicari di dunia. Awalnya dirancang dan dibangun untuk militer sebagai bobot yang ringan, melaju *tank* super cepat, *Ripsaw* terbukti menjadi kendaraan terlacak ganda tercepat yang pernah dikembangkan. *Platform Ripsaw* berada dalam kondisi tersendiri ketika berhadapan dengan kemampuan, kecepatan, adrenalin, dan kemewahan [9].

D. Legendary 4-track Design

Undercarriage ini paling unik dalam desainnya, memanfaatkan sabuk sempit yang memungkinkan untuk mendapatkan antar baris di lapangan seperti ahli bedah. Desainnya juga memberikan stabilitas lebih, yang menampilkan sistem suspensi vertikal yang menggunakan karet "donat" yang berfungsi seperti peredam kejut, menjaga agar suspensi tidak bergeser dari sisi ke sisi dan mengamankan lintasan pada baris untuk keandalan yang lebih banyak lagi [10].

E. Crawler Track Tank Mark

Jenis *crawler track* ini mampu tampil di medan perang yang sesungguhnya Perang Dunia I, salah satu daerah medan perang yang paling sulit yang pernah ada. *Crawler track* jenis ini memang memiliki masalah keandalan, tapi ketika sedang bekerja, mereka bisa menyeberangi parit atau kawah dengan jarak 9 kaki (2,7 m) dan berkendara menembus kawat berduri. Masih biasa bagi mereka untuk terjebak, terutama dikawah bom yang lebih besar, tapi secara keseluruhan bentuk rombo diperbolehkan untuk mobilitas medan yang ekstrem [11].

1.3. Metode Perancangan

Metode perancangan pada *frame crawler track* akan mengikuti metode Desain Pahl & Beitz Perancangan merupakan kegiatan awal dari usaha merealisasikan suatu produk yang kebutuhannya sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Setelah perancangan selesai maka kegiatan yang menyusul adalah pembuatan produk. Kedua kegiatan tersebut dilakukan dua orang atau dua kelompok orang dengan keahlian masing-masing, yaitu perancangan dilakukan oleh tim perancang dan pembuatan produk oleh tim kelompok pembuat produk [12]. *Pahl* dan *Beitz* mengusulkan cara merancang produk sebagaimana yang dijelaskan dalam bukunya; *Engineering Design : A Systematic Approach*. Cara merancang *Pahl* dan *Beitz* tersebut terdiri dari 4 kegiatan atau fase, yang masing-masing terdiri dari beberapa langkah. Keempat fase tersebut adalah [12] [13]:

1. Perancangan proyek dan penjelasan tugas
2. Perancangan Konsep Produk
3. Fase Perancangan Bentuk atau *Embodiment Design*
4. Fase Perancangan Detail

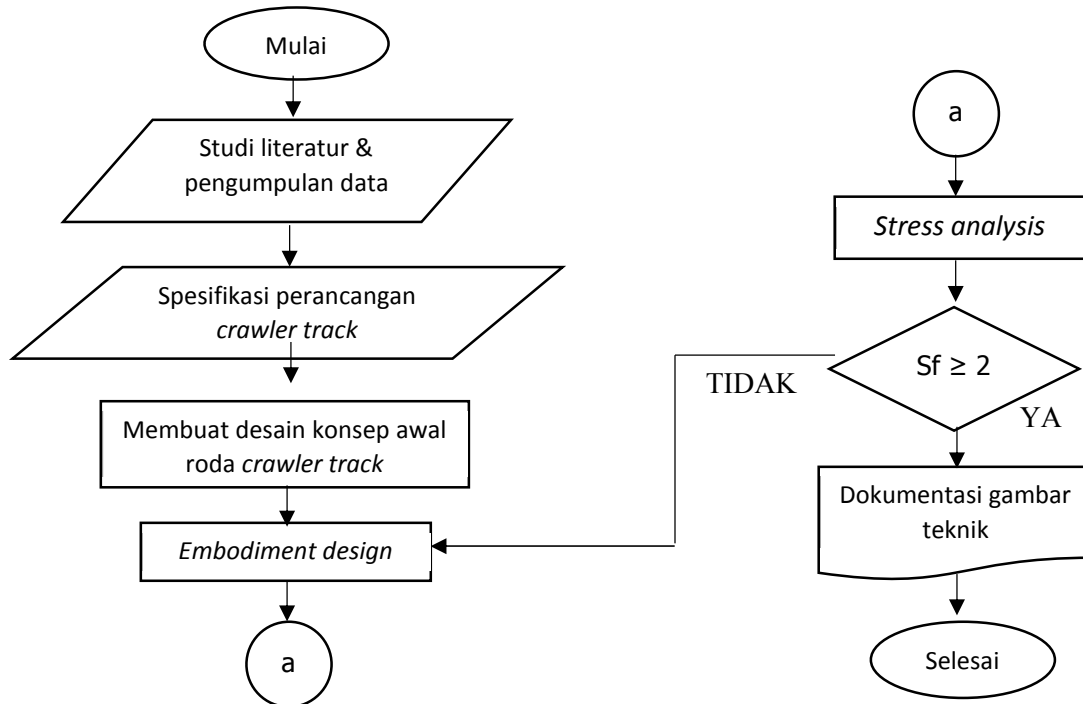
1.4. Pemodelan dengan menggunakan Solidwork

Solidwork adalah salah satu dari produk *Dassault System Corp* yang diperuntukan untuk *engineering desain and drawing*. Prinsip dasar penggunaan *solidwork* tidak jauh berbeda dengan *3D parametric software* lainnya seperti *autodesk inventor*. *Solidwork* memiliki beberapa kelebihan yang memudahkan dalam desain serta tampilan yang lebih menarik dan riil serta *solidwork* memiliki banyak *Add Ins* dari berbagai bidang pekerjaan seperti *Add Ins* untuk *Sheet metal*, *add ons* untuk *automation*, *add ons* untuk proses CNC/CAM [14]. Pemodelan *solidworks* sangat luas digunakan terutama untuk mengetahui kekuatan struktur pada komponen kendaraan, pesawat terbang, dan sebagainya. Salah satu penggunaan *solidwork* yang telah dilakukan yaitu untuk mengetahui dampak jika chassis kendaraan mengalami tabrakan untuk setiap kecepatan [15]. Simulasi dengan *solidwork* tergantung pada permodelan yang dibuat. Dalam proses permodelan 3D, untuk mengurangi beban kerja permodelan dan kompleksitas model elemen hingga serta dapat meningkatkan kecepatan operasi pada analisis maka model tersebut disederhanakan

[16]. Pada simulasi tegangan impak pada kendaraan crawler oleh [17]. dihasilkan yang besar terjadi pada Idle roller.

2. Metodologi Penelitian

Struktur langkah-langkah perancangan roda *crawler track* dapat diuraikan kedalam diagram alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

- a. **Spesifikasi perancangan;** Pembuatan data spesifikasi dilakukan setelah mendapatkan referensi data dari hasil studi literatur untuk dapat merancang dan mendesain konsep awal dari *crawler track*.
- b. **Membuat desain konsep awal;** Desain konsep awal dilakukan setelah mendapatkan data spesifikasi yang telah dikumpulkan, kemudian pembuatan desain konsep awal pada gambar teknik.
- c. **Embodiment design;** *Embodiment design* dilakukan setelah mendapatkan desain konsep awal kemudian dilakukan membangun pengembangan desain konsep awal yang sesuai dengan spesifikasi yang dibuat.
- d. **Stress analysis;** *Stress analysis* dilakukan untuk menganalisa tegangan yang terjadi pada *crawler track*, setelah ditentukan konsep akhir rancangan yang telah dibuat.
- e. **Safety factor;** *Safety factor* diperlukan untuk mengetahui komponen yang dirancang telah sesuai dengan baik atau tidak yang dilakukan dengan cara menganalisanya.
- f. **Dokumentasi gambar teknik;** Setelah rancangan telah dikatakan sesuai dengan baik, gambar teknik adalah hasil akhir dari perancangan roda *crawler track* pada kendaraan ringan, yang kemudian selanjutnya akan dilakukan proses lanjut pada bagian proses produksi.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Spesifikasi Teknis Perancangan

Pada spesifikasi teknis perancangan roda *crawler track* ini akan disesuaikan dengan penggunaan dan pengaplikasiannya. Dimana kendaraan ringan beroda *crawler* ini akan digunakan pada jalan selain jalan raya atau beraspal, karena hal tersebut akan merusak aspal jalan. Jalan yang akan

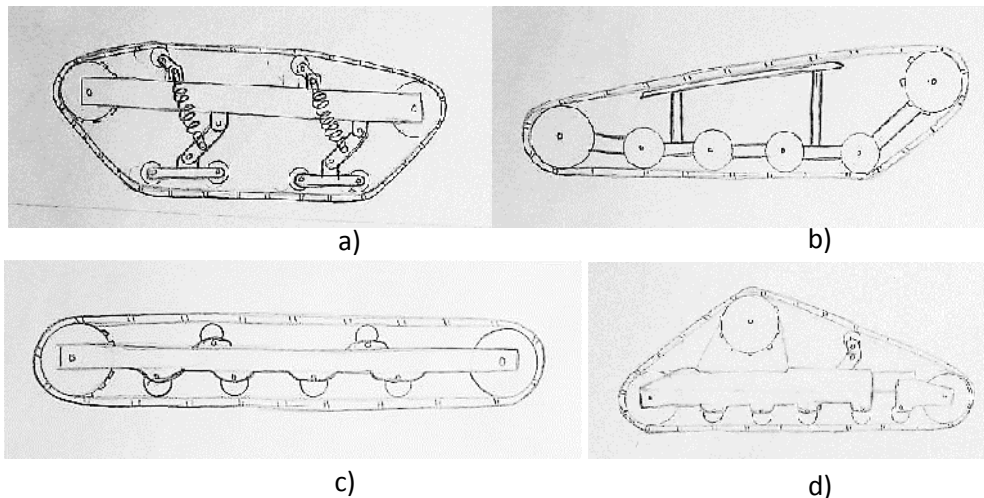
dilalui oleh kendaraan tersebut yaitu jalan yang terjal, tidak rata, jalan dengan tekstur tanah yang tidak stabil .data rancangan yang telah ditentukan atau dibuat dapat dilihat pada tabel1.

Tabel 1. Data Spesifikasi Frame Crawler

<i>parameter</i>	<i>spesifikasi</i>
Dimensi kendaraan (Panjangxlebarxtinggi):	1800x1500x800 mm
Dimensi bak (Panjangxlebarxtinggi):	1160x1000x200 mm
Berat Kosong:	500 kg
Berat total (gross Weight):	750 kg
Beban Max:	1000 kg
Kapasitas Tempat Duduk:	2 Orang
Suspensi:	<i>Coil spring</i>

A. Membuat Beberapa Konsep Crawler Track

Pada tahap ini dilakukan mencari beberapa konsep dari jenis *crawler track* yang ada, yang kemudian akan diseleksi dan dipilih dengan berdasarkan spesifikasi teknis sesuai kebutuhannya. Beberapa konsep sebagai berikut



Gambar 3. Sketsa konsep crawler track, a) konsep pertama, b) konsep kedua, c) konsep ketiga, d) konsep keempat

Konsep pertama seperti Pada gambar 3a. Konsep ini menggunakan satu *sprocket* di bagian belakang sebagai penggerak dan satu *idler* dibagian depan sebagai pengarah *track* dan peredam kejut. Selanjutnya terdapat delapan *track rollers* sebagai pembagi beban unit ke *track* dan sebagai pengarah *track chains*. Kemudian terdapat *carrier rollers* untuk menahan gulungan bagian dari *track shoe* agar tidak melentur ke bawah dan menjaga kelurusan antara *track shoe* dan *idler*. Konsep ini memiliki daya traksi yang baik pada saat melaju di jalan yang tidak rata dan kemungkinan terjadinya slip kecil. Hal ini dikarenakan terdapat kemiringan dari *track shoe* dibagian depan dan belakang yang dirancang untuk mobilitas dan manuver tinggi untuk dapat melewati berbagai macam medan.

Konsep kedua seperti Pada gambar 3b. Konsep ini menggunakan satu *sprocket* di bagian depan untuk meneruskan tenaga kerja ke *track* agar dapat bergerak dan satu *idler* di bagian belakang sebagai pengarah *track* dan peredam kejut. Kemudian terdapat delapan *track rollers*, selanjutnya untuk menjaga kelurusan dan kelenturan *track chain*, menggunakan batang baja sesuai dengan *track chain*.

Konsep ini memiliki traksi, mobilitas, dan manuver yang cukup baik. Tetapi kemungkinan pada saat terjadi slip akan sulit untuk di atasi hal ini dikarenakan bentuk dari *frame* bagian belakang yang sejajar dengan *track rollers*, sehingga sulit untuk menanjak.

Konsep Ketiga seperti Pada gambar 3c. Konsep ini menggunakan satu *sprocket* dan *idler* yang sejajar dengan *frame*, *track rollers*, dan *carrier rollers*. Hal ini ditujukan untuk menstabilkan alat pada saat mengangkat material. Selain itu juga karena alat tersebut dalam pengoperasiannya tidak melakukan banyak bergerak.

Konsep keempat seperti Pada gambar 3d. Konsep ini menggunakan satu *sprocket* yang diletakan diatas *frame* dan menggunakan dua buah *idler* sebagai pengarah *track chain*. Selanjutnya menggunakan lima *track rollers* dan satu buah *carrier roller*. Konsep ini memiliki daya tarik yang tinggi dalam operasionalnya seperti menggosok untuk meratakan permukaan tanah atau menarik material dsb.

B. Pemilihan Konsep Crawler Track

Pada tahap ini menggunakan matrik pengambilan keputusan metode pugh yang terbukti dapat digunakan secara mudah dan efektif. Pada tahap ini konsep *crawler track* dibandingkan dengan konsep *crawler track* lainnya. Dari hasil perhitungan Konsep dengan skor tertinggi adalah konsep yang pertama seperti dapat dilihat pada tabel 2.

Pada pemilihan konsep *crawler track*, terdapat empat konsep yang akan dipilih, konsep pertama terpilih karena dinilai sesuai dengan kebutuhan dari perancang yang membutuhkan mobilitas, akselerasi dan dapat digunakan di medan yang terjal, karena pada bentuk *track chains* terdapat kemiringan pada bagian depan dan belakang yang berfungsi untuk mengurangi terjadinya slip pada saat di operasikan di medan terjal seperti lahan gambut, rawa, dan jalan berlumpur.

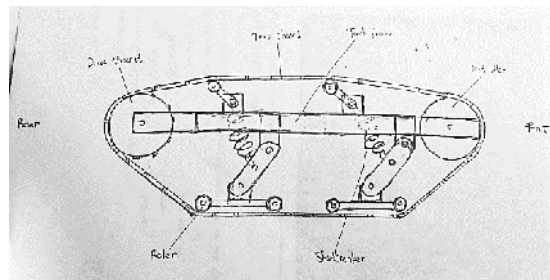
Tabel 2. Matriks keputusan untuk pemilihan konsep crawler track

No	Kriteria	Wt	Konsep							
			K1		K2		K3		K4	
			S1	J1	S2	J2	S3	J3	S4	J4
1	Kecepatan	10	10	100	10	100	2	20	3	30
2	Ringan	10	8	80	8	80	7	70	6	60
3	Mobilitas	10	10	100	10	100	2	20	3	30
4	Manuver	10	10	100	10	100	3	30	4	40
5	Pengoperasian mudah	8	7	56	7	56	5	40	6	48
6	Pemeliharaan mudah	8	7	56	7	56	7	56	7	56
7	Keamanan pengoperasian	8	7	56	7	56	7	56	7	56
8	Kenyamanan berkendara	8	7	56	7	56	7	56	7	56
9	Pemasangan mudah	7	7	49	7	49	7	49	6	42
10	Terjadinya slip	9	8	72	7	63	4	36	5	45
	Jumlah	88	81	725	80	716	51	433	54	463

Keterangan: K = Konsep *crawler track*
 Wt = Bobot nilai maksimum (1-10)
 S = Skor (1-10)
 J = Jumlah bobot maksimum dikalikan dengan skor

C. Konsep Crawler Track yang terpilih

Pada tahap ini membuat sketsa konsep yang terpilih untuk tiap komponen yang akan dipersiapkan dalam bentuk solid. Sketsa komponen *crawler track* dilengkapi dengan dimensi yang diperlukan. Sketsa gambar komponen dapat dilihat sebagai berikut.

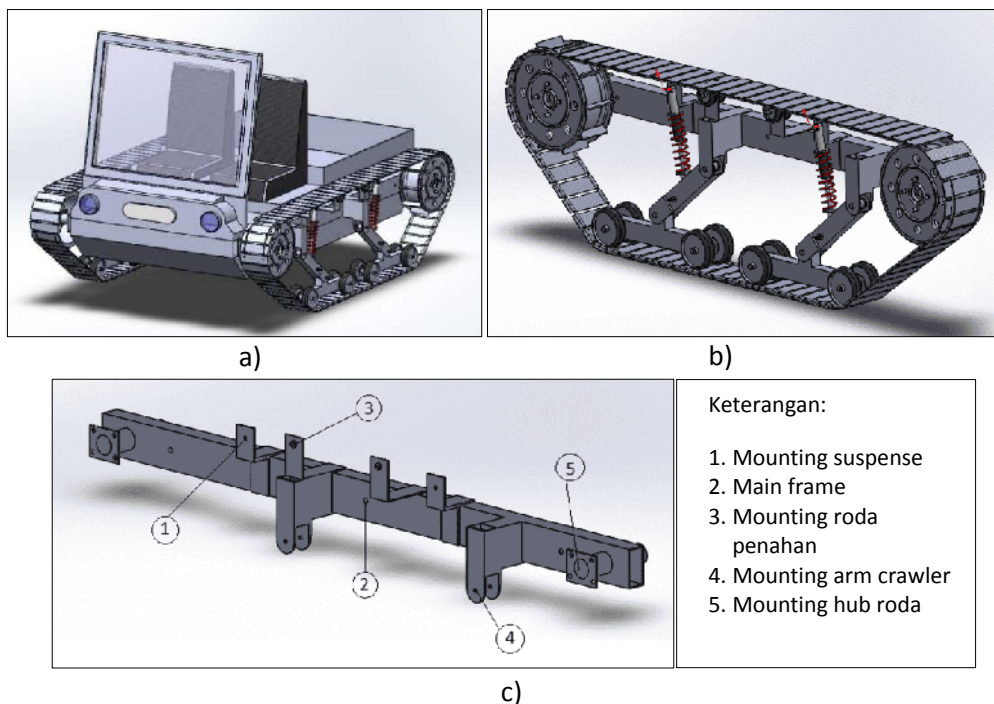


Gambar 3. Sketsa komponen crawler track

Pada tahap sketsa pertama yaitu menentukan tiap komponen-komponen *crawler track* yang akan digunakan, komponen-komponen yang digunakan yaitu *track frame, shockbreaker, rollers, front idler, drive sprocket* dan *track chains*.

D. Perancangan Bentuk Embodiment Design Crawler Track

Pada tahap ini konsep *crawler track* hasil dari perancangan akan diberi bentuk. Elemen- elemen yang tadinya hanya sketsa akan diberi bentuk solid hingga menjadi pembuatan produk *crawler track*. Pada tampilan dalam bentuk solid dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Frame Crawler Track

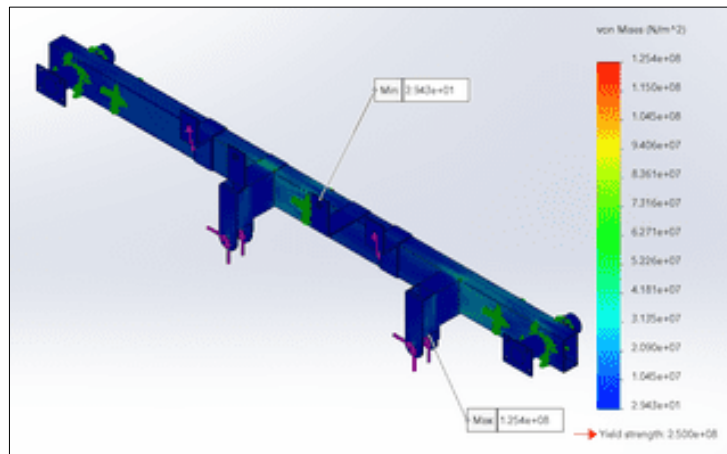
a) kendaraan ringan, b) assembly track crawler, c) Frame crawler

Gambar 4b. merupakan *unit crawler track* yang akan dihubungkan pada *chassis* kendaraan gambar 4a, dimana nantinya *unit crawler track* ini dapat dibongkar pasang untuk kemudahan dalam perawatan. Dudukan *shockbreaker* terdapat dua buah, yang digunakan untuk *shockbreaker*. Lubang baut terdapat tiga buah yang akan dihubungkan dengan *chassis*. Dudukan *rollers* terdapat dua buah yang akan digunakan untuk *rollers* bagian atas sebagai pengencang *track chains*. Penyangga *frame* terdapat dua buah yang akan dihubungkan dengan batang besi baja dan *rollers*

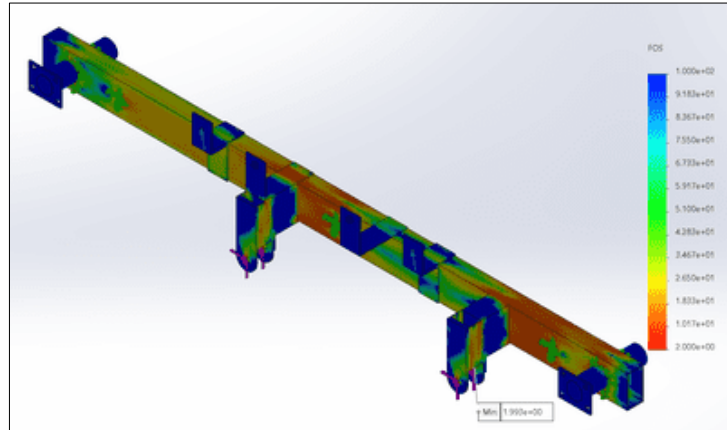
bagian bawah. Dudukan penghubung terdapat dua buah, bagian belakang digunakan untuk *sprocket* dan poros pada *chasis*, sedangkan bagian depan digunakan untuk *idler*.

E. Simulasi *Strees Analysis*

Pada tahap ini akan dilakukan *stress analysis* pada *frame crawler track*. Proses *stress analysis* dilakukan pada *software solidwork*. Proses *stress analysis* pertama dilakukan yaitu membuat diagram benda bebas penempatan posisi berupa gaya-gaya yang terjadi dan besar gaya pada *main frame crawler track*, dan penempatan posisi tumpuan atau *fixture*. Kemudian dilakukan pemilihan material dan *meshing* pada komponen. Kemudian hasil dari *stress analysis* didapatkan tegangan maksimumnya. Parameter yang digunakan pada analisis semua part yaitu menggunakan Solid Mesh type, High Mesh Quality Plot, dengan material yang digunakan adalah baja struktur ASTM A36 yang mempunyai yield strengt sebesar 250 MPa.



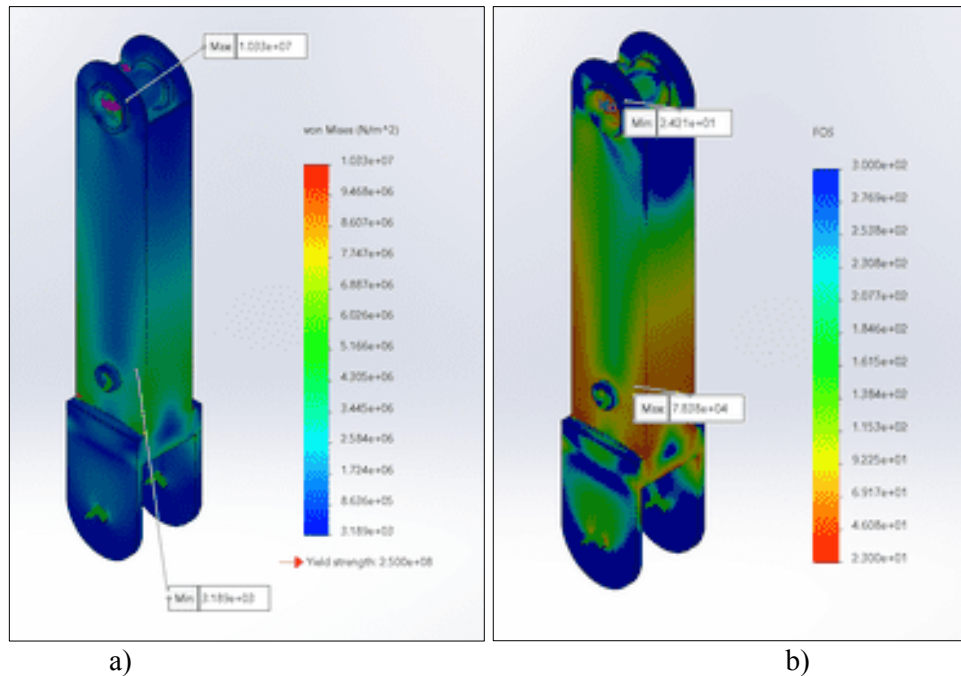
a)



b)

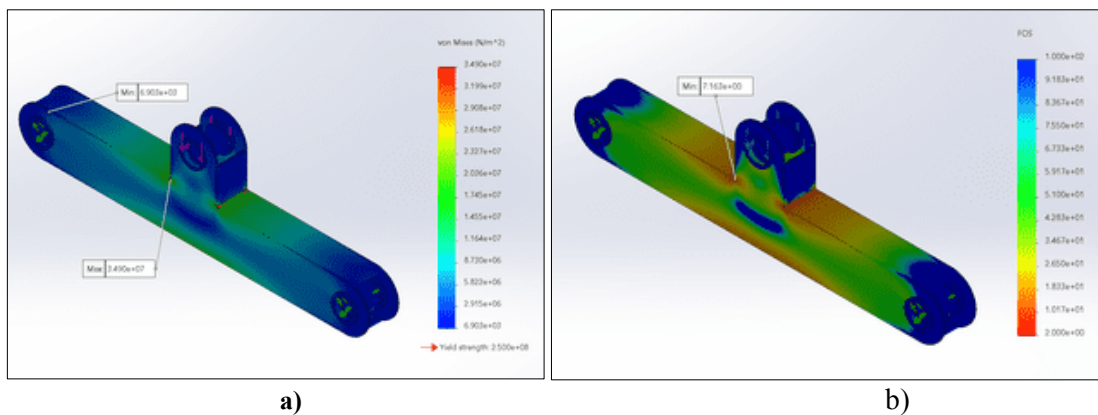
Gambar 5. *Strees analysis* pada *frame crawler*
a) *tegangan terjadi*, b) *FOS*

Stress analisis pada komponen *frame crawler* dilakukan dengan beberapa parameter yaitu Element Size = 11.9335 mm, Total Nodes = 70369, dan Total Elements = 35826. Pada hasil dari simulasi *strees analysis frame crawler* tegangan yang paling besar berada pada dudukan *mounting arm crawler* bagian atas pada Node: 57459 yaitu sebesar 125 MPa dibawah dari tegangan yang diijinkan dari bahan material yang digunakan. Pada lokasi node diatas tersebut *safety factor* pada *frame crawler* didapatkan nilai sebesar 2. Tegangan maksimum yang terjadi tersebut masih aman mengingat tegangan maksimum terjadi pada permukaan yang kontak antara *mounting frame crawler* dan baut.



Gambar 6. *Strees analysis pada arm crawler, a) tegangan terjadi, b) FOS*

Simulasi stress analisis dilakukan dengan beberapa parameter yaitu Element Size = 3.64574 mm, Total Nodes = 68169, dan Total Elements = 35959. Hasil simulasi *strees analysis arm crawler* didapatkan hasil tegangan maksimum di Node: 1279 sebesar 10,3 Mpa yang terjadi pada bagian mounting dengan frame crawler kontak pada permukaan dudukan bearing, namun tegangan maksimum tersebut terjadi pada bagian dibawah dari tegangan yang diijinkan. Serta pada lokasi node diatas terjadi *safety factor minimum* pada *frame crawler* didapatkan nilai sebesar 24, sehingga dikatakan cukup aman digunakan.



Gambar 7. *Strees analysis pada frame roller a) tegangan terjadi, b) FOS*

Simulasi stress analisis dilakukan dengan menggunakanpada Element Size = 4.54859 mm, Total Nodes = 62375 dan Total Elements =31152. Pada hasil simulasi *frame crawler* didapatkan hasil tegangan maksimum sebesar 34,9 MPa pada node:1550 yang terjadi pada permukaan sisi sudut frame roller. Pada permukaan tersebut sebaiknya diberikan filet, namun pada saat pembuatan dibuat file dapat dilakukan oleh proses las, sehingga tegangan yang terjadi bisa lebih kecil, walaupun demikian tegangan yang terjadi tersebut masih jauh dibawah tegangan ijin material yang dipakai. Tegangan yang relative kecil ini disebabkan bentuk kontruksi dari *frame roller* terdapat tiga buah pipa baja untuk poros dan *bearing* sehingga cukup menguatkan *frame* dan perubahan dimensi baja *hollow* yang sebelumnya berukuran 60 x 30 x 1.6 menjadi 60 x 40 x 2.

safety factor yang terjadi pada *frame crawler* berbanding lurus juga dengan tegangan maksimum yaitu sebesar 7, sehingga dikatakan cukup aman digunakan.

4. Kesimpulan Dan Saran

4.1. Kesimpulan

Pada hasil perancangan *frame crawler* terdapat beberapa kesimpulan diantaranya yaitu Dari beban maksimum yang diterima *crawler track* sebesar 1000 kg didapatkan dari spesifikasi perancangan dan material yang digunakan yaitu ASTM A36 *Steel* dengan tegangan yang diijinkan sebesar 250 Mpa. Tegangan maksimum dan FOS pada beberapa komponen didapatkan 125,4 MPa dan 2 pada *frame crawler*, 10,3 MPa dan 24 pada *arm crawler*, serta 34,9 dan 7 pada komponen *frame crawler*. Untuk dimensi dari *frame crawler* yang digunakan yaitu baja *hollow* 100 x 50 x 3 mm, sedangkan pada bagian kaki/*arm crawler* menggunakan baja *hollow* berdimensi 60 x 40 x 2 mm.

4.2. Saran

Dari hasil simulasi *strees analysis* pada *frame crawler* dan *frame roller* menunjukkan baja yang digunakan cukup kuat untuk menahan beban yang diterima yaitu sebesar 1000 kg, tetapi dari data yang didapat dari hasil *safety factor* menunjukkan nilai yang cukup kecil walaupun diatas dari nilai 2 yang telah ditentukan, sehingga perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut seperti penggunaan material amupun perubahan kontruksi dan dimensi dari baja untuk lebih menguatkan kembali dari *frame* yang akan digunakan agar dapat lebih tahan lama dalam pemakaian.

5. Daftar Pustaka

- [1] K. Ito, H. Maruyama, Semi-autonomous serially connected multi-crawler robot for search and rescue. *Advanced Robotics*, vol.30(7), 2016, pp. 489-503.
- [2] E. R. Stepanova, M. Heyde, A. Kitson, T. Schiphorst, B. E. Riecke, Gathering and applying guidelines for mobile robot design for urban search and rescue application. *Int. Conf. on Human-Computer Interaction*, Springer, 2017, pp. 562-581.
- [3] Wong JY. *Terramechanics and off-road vehicles engineering*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1989.
- [4] R. F. Shen, J. H. Liu, and Z. L. Fu, “Trafficability of the caterpillar harvester,” *Journal of Fujian Agricultural and Forestry University*, vol. 39, no. 1, pp. 98–101, 2010.
- [5] Z. Tang, B. Zhang, H. Q. Zhu, D. Liu, and Y. Li, “Reliability test and fatigue analysis of multi-stage transmission gears of crawler combine harvester chassis gearbox,” *International Agricultural Engineering Journal*, vol. 28, no. 3, pp. 160–169, 2019.
- [6] Zhong Tang , Hui Ren, Xiyao Li, Xin Liu, and Biao Zhang Structure Design and Bearing Capacity Analysis for Crawler Chassis of Rice Combine Harvester. *Hindawi Complexity* Volume 2020, Article ID 7610767, 15 pages <https://doi.org/10.1155/2020/7610767>.
- [7] J Wibowo. (2014), Fungsi *undercarriage*. <http://eprints.polsri.ac.id/278/4/BAB%20II.pdf> Diakses pada tanggal 06 Mei 2018.
- [8] Ahmad Kholil, ST.MT. (2012), *Alat berat*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya. 53-61.
- [9] Howe and Howe Tech. (2018) *Ripsaw Crawler*. <http://www.ripsawtank.com/> Diakses pada tanggal 05 mei 2018.
- [10] Case IH Steiger.(2018), *Legendary 4-track design*. <https://www.caseih.com/northamerica/en-us/products/tractors/steiger-series#steiger-series> Diakses pada tanggal 26 Februari 2018.
- [11] Wikipedia. (2018), *Crawler track tank mark*. https://en.wikipedia.org/wiki/Tanks_in_World_War_I Diakses pada tanggal 26 Februari 2018.
- [12] Gerhart. Phal, *Wolfing Beitz (1984) Engineering Design*, the design council London
- [13] H. Darmawan. (2004), *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)* Edisi Kedua, Bandung: Penerbit ITB. 29-30.
- [14] Nur Hidayat. (2013), *Solidworks 3D Drafting And Design*. Bandung: Penerbit Informatika Bandung. 1-2.
- [15] Shantika Tito, Kristyadi Tarsisius, Hendra Hendra, Stress Simulation Of Chassis Crossover Electric Vehicle, *Jurnal Kajian Teknik Mesin* Vol 5 No 1 (Feb 2020) 15 – 21, P-ISSN : 2502-843XE ISSN 2406-967.
- [16] L. Zheng, H. Zhou, Y. Zeng et al., “Static analysis and structural improvement of chassis frame of a tracked harvester,” *Mechanical Design & Manufacture*, vol. 3, pp. 228– 232, 2017.
- [17] Rabbani, M., Takeoka, S., Mitsuoka, M., Inoue, E., Fukushima, T., Okayasu, T., 2011. Simulation for vertical dynamic loading forces on track rollers of the half-tracked, mtractor based on nonlinear voigt's Model. *EAEF* 3 (4), 119–126.