RANCANG BANGUN MODIFIKASI PERGERAKKAN *PROTOTYPE ARTICULATED* DAN *BUCKET* DENGAN MENGGUNAKAN PENGENDALI JARAK JAUH PADA *WHEEL LOADER*

Ahmad Junaidi
Staf Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139
Telp: 0711-353414, Fax: 0711-453211

Abstrak

Sekarang ini perkembangan industri khususnya alat berat sudah sangat pesat kemajuannya, berbagai produk-produk dengan banyak design yang dikeluarkan oleh produsen-produsen telah merambah ke berbagai penjuru dunia, khususnya Indonesia. Indonesia sebagai negara berkembang jelas sangat membutuhkan alat berat guna membantu pengerjaan yang berat yang tidak bisa dilakukan oleh manusia, seperti konstruksi bangunan, gedung, galian, dan proyek- proyek yang membutuhkan alat berat.

Loader merupakan salah satu jenis alat berat, berfungsi untuk mengangkut material yang sudah digali untuk dipindahkan dari tempat pertama ketempat yang kedua. Ada dua jenis dari loader yaitu wheel loader dan crawler loader.

Kata kunci: Articulated, Bucket, Wheel Loader

1. PENDAHULUAN

Sekarang ini perkembangan industri khususnya alat berat sudah sangat pesat kemajuannya, berbagai produk-produk dengan banyak *design* yang dikeluarkan oleh produsen-produsen telah merambah ke berbagai penjuru dunia, khususnya Indonesia. Indonesia sebagai negara berkembang jelas sangat membutuhkan alat berat guna membantu pengerjaan yang berat yang tidak bisa dilakukan oleh manusia, seperti konstruksi bangunan, gedung, galian, dan proyek-proyek yang membutuhkan alat berat.

Loader merupakan salah satu jenis alat berat, berfungsi untuk mengangkut material yang sudah digali untuk dipindahkan dari tempat pertama ketempat yang kedua. Ada dua jenis dari *loader* yaitu *wheel loader* dan *crawler loader*. Berdasarkan pertimbangan diatas penulis tertarik untuk membuat sebuah alat simulasi guna mempermudah mempelajari tentang alat berat yaitu sebuah simulasi sederhana yang dapat membantu mahasiswa untuk belajar tentang alat berat. Simulasi tersebut berjudul **"Rancang Bangun Modifikasi Pergerakkan *Prototype Articulated* dan *Bucket* dengan Menggunakan Pengendli Jarak Jauh pada *Wheel Loader*"**.

Articulated pada Wheel Loader Menggunakan alat kemudi dengan bagian penggeraknya ada pada bagian depan atau bucket dapat dibelokkan hingga membuat sudut 40º derajat dari sumbu tengah alat secara keseluruhan.

2. PERUMUSAN MASALAH

Indonesia sebagai negara berkembang jelas sangat membutuhkan alat berat guna membantu pengerjaan yang berat yang tidak bisa dilakukan oleh manusia, seperti konstruksi bangunan, gedung, galian, dan proyek- proyek yang membutuhkan alat berat.

Loader merupakan salah satu jenis alat berat, berfungsi untuk mengangkut material yang sudah digali untuk dipindahkan dari tempat pertama ketempat yang kedua. Ada dua jenis dari *loader* yaitu *wheel loader* dan *crawler loader*.

3. TINJAUAN PUSTAKA

Wheel Loader

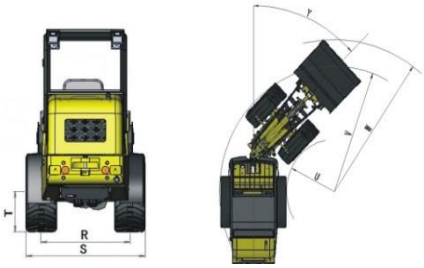
Wheel loader adalah traktor dengan roda karet yang dilengkapi *bucket*. Effisien untuk daerah kerja kering rata dan kokoh karena memiliki mobilitas yang tinggi. *Wheel Loader* juga bergerak dengan *articulated* yang memberikan ruang gerak fleksibel yang tidak bisa dilakukan oleh *crawler loader*. *Wheel loader* merupakan alat yang dipergunakan untuk pemuatan material kepada *dump truck* dan sebagainya.(Shop Manual Wheel Loader, 2000)



Gambar 1. Wheel Loader

Jenis-jenis Loader

Ada dua jenis dari *Loader* yang sering digunakan, yaitu *wheel loader* dan *crawlerloader* yang memiliki perbedaan dan juga fungsi yang berbeda juga. *Wheel loader* umumnya digunakan untuk medan yang permukaannya kokoh, keras, dan bagus karena jenis *loader* ini memiliki mobilitas yang baik. *Wheel loader* juga memiliki *articulated* yang memungkinkan alat ini dapat bergerak secara fleksibel.



Gambar 2. *Wheel Loader in Articulated Position*

Crawler loader menggabungkan stabilitas traktor dengan kemampuan *wheel loader*. Namun berbeda dengan *wheel loader* mobilitas dari *crawler loader* sangat lambat dan tidak memiliki *articulated* sehingga geraknya terbatas, tetapi *crawler loader* memiliki keunggulan dibandingkan dengan *wheel loader* yaitu dapat bergerak disemua medan dikarenakan *undercarriage* dapat digunakan disegala medan, mulai dari tanah liat, lumpur dan permukaan lainnya yang tidak bisa dilakukan oleh *wheel loader*.

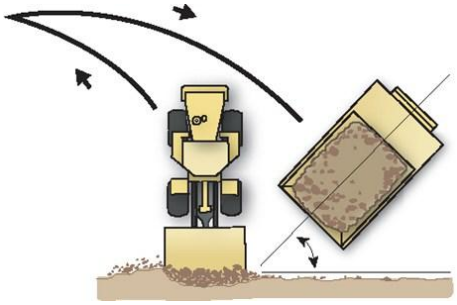


Gambar 3. *Crawler Loader*

Cara Kerja *Wheel Loader*

Wheel loader bekerja dengan gerakan dasar pada *bucket* dan gerakan *bucket* yang penting ialah menurunkan *bucket* diatas permukaan tanah, mendorong ke depan (memuat/menggusur), mengangkat *bucket*, membawa dan membuang muatan. Ada beberapa cara pemuatan yaitu:

a. V *loading*, ialah cara pemuatan dengan lintasan seperti bentuk huruf V.



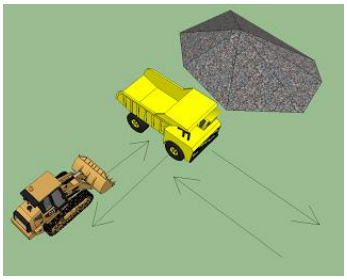
Gambar 4. *Wheel Loader* pada Posisi V *Loading*

b. L *loading*, truk di belakang *loader*, kemudian lintasan seperti membuat garis tegak lurus.



Gambar 5. *Wheel Loader* pada Posisi L *Loading*

c. *Cross loading*, cara pemuatan dengan truk juga ikut aktif.



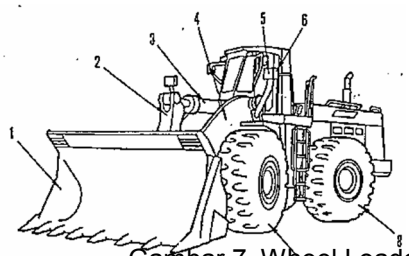
Gambar 6. *Wheel Loader* pada Posisi *Cross Loading*

Bucket digunakan untuk memindahkan material, memuat material yang granular, mengangkatnya dan diangkut untuk kemudian dibuang (*dumping*) pada suatu ketinggian pada *dump truck* dan sebagainya. Untuk menggali, *Bucket* harus didorong pada material, jika telah penuh, *wheel loader* mundur dan *bucket* di angkat ke atas untuk selanjutnya material dibongkar atau dibuang ketempat yang sudah ditentukan. Untuk saat ini umumnya loader dibuat dengan kendali

hidrolik dan dilengkapi dengan “tangan-tangan (*arms*)” yang kaku untuk mengoperasikan *bucket*. Ukuran *bucket* dan *tractor* harus benar-benar proporsional agar *wheel loader* tidak terjungkal kedepan.

Bagian-bagian *Wheel Loader*

1. Bucket
2. Tilt lever
3. Lift cylinder
4. Lift arm
5. Head lamp
6. Turn signal lamp
7. Front wheel
8. Rear Wheel



Gambar 7. Wheel Loader

1. *Bucket* berfungsi untuk menggali dan memuat material.
2. *Tilt lever* berfungsi untuk menggerakkan bucket untuk melakukan gerakkan bucket menampung material dan buang.
3. *Lift cylinder* berfungsi untuk menggerakkan bucket untuk melakukan gerakan menggusur material.
4. *Lift arm* berfungsi sebagai tumpuan dari bucket
5. *Head lamp* berfungsi sebagai penerangan utama saat melakukan pekerja dalam kondisi gelap
6. *Turn signal lamp* berfungsi sebagai pemberi sinyal pada unit saat akan gerakan berbelok.
7. *Front wheel* berfungsi sebagai roda penggerak pada wheel loader
8. *Rear Wheel* berfungsi sebagai roda penggerak pada wheel loader

Karakteristik Pemilihan Bahan

Dalam setiap perencanaan, pemilihan komponen mesin merupakan faktor utama yang harus diperhatikan. Karena sebelum merencanakan terlebih dahulu diperhatikan dan diketahui jenis dan sifat bahan yang akan digunakan . misalnya tahan terhadap korosi, tahan terhadap keausan, keuletan dan lain – lain.

Sifat-Sifat Aluminium

Sifat teknik bahan aluminium murni dan aluminium paduan dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut. Aluminium terkenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Hal ini disebabkan oleh fenomena pasivasi, yaitu proses pembentukan lapisan aluminium oksida di permukaan logam aluminium segera setelah logamterpapar oleh udara bebas. Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Namun, pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat lebih katodik, karena dapat mencegah oksidasi aluminium.

Sifat-sifat Aluminium itu sendiri terbagi menjadi 2 yaitu :

1. SifatMekanis
2. SifatFisik

1. Kekuatan tensil

Kekuatan tensil adalah besar tegangan yang didapatkan ketika dilakukan pengujian tensil. Kekuatan tensil ditunjukkan oleh nilai tertinggi dari tegangan pada kurva tegangan-regangan hasil pengujian, dan biasanya terjadi ketika terjadinya necking. Kekuatan tensil bukanlah ukuran kekuatan yang sebenarnya dapat terjadi di lapangan, namun dapat dijadikan sebagai suatu acuan terhadap kekuatan bahan. Kekuatan tensil pada aluminium murni pada berbagai perlakuan umumnya sangat rendah, yaitu sekitar 90 MPa, sehingga untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan tensil yang tinggi, aluminium perlu dipadukan. Dengan dipadukan dengan logam lain, ditambah dengan berbagai perlakuan termal,

Kekerasan

Kekerasan gabungan dari berbagai sifat yang terdapat dalam suatu bahan yang mencegah terjadinya suatu deformasi terhadap bahan tersebut ketika diaplikasikan suatu gaya. Kekerasan suatu bahan dipengaruhi oleh elastisitas, plastisitas, viskoelastisitas, kekuatan tensil, *ductility*, dan sebagainya. Kekerasan dapat diuji dan diukur dengan berbagai metode. Yang paling umum adalah metode Brinnel, Vickers, Mohs, dan Rockwell. Kekerasan bahan aluminium murni sangatlah kecil, yaitu sekitar 65 skala Brinnel, sehingga dengan sedikit gaya saja dapat mengubah bentuk logam. Untuk kebutuhan aplikasi yang membutuhkan kekerasan, aluminium perlu dipadukan dengan logam lain

dan/atau diberi perlakuan termal atau fisik. Aluminium dengan 4,4% Cu dan diperlakukan *quenching*, lalu disimpan pada temperatur tinggi dapat memiliki tingkat kekerasan Brinnel sebesar 135.

Ductility

Ductility didefinisikan sebagai sifat mekanis dari suatu bahan untuk menerangkan seberapa jauh bahan dapat diubah bentuknya secara plastis tanpa terjadinya retakan. Dalam suatu pengujian tensil, *ductility* ditunjukkan dengan bentuk *necking*nya; material dengan *ductility* yang tinggi akan mengalami *necking* yang sangat sempit, sedangkan bahan yang memiliki *ductilit*y rendah, hampir tidak mengalami *necking*. Sedangkan dalam hasil pengujian tensil, *ductility* diukur dengan skala yang disebut elongasi. Elongasi adalah seberapa besar pertambahan panjang suatu bahan ketika dilakukan uji kekuatan tensil. Elongasi ditulis dalam persentase pertambahan panjang per panjang awal bahan yang diujikan. Aluminium murni memiliki *ductility* yang tinggi. Aluminium paduan memiliki *ductility* yang bervariasi, tergantung konsentrasi paduannya, namun pada umumnya memiliki *ductility* yang lebih rendah dari pada aluminium murni, karena *ductility* berbanding terbalik dengan kekuatan tensil, serta hampir semua aluminum paduan memiliki kekuatan tensil yang lebih tinggi dari pada aluminium murni.

Modulus Elastisitas

Aluminium memiliki modulus elastisitas yang lebih rendah bila dibandingkan dengan baja maupun besi, tetapi dari sisi strength to weight ratio, aluminium lebih baik. Aluminium yang elastis memiliki titik lebur yang lebih rendah dan kepadatan. Dalam kondisi yang dicairkan dapat diproses dalam berbagai cara. Hal ini yang memungkinkan produk-produk dari aluminium yang akan dibentuk pada dasarnya dekat dengan akhir dari desain produk.

***Recyclability* (dayauntukdidaurulang)**

Aluminium adalah 100% bahan yang didaur ulang tanpa downgrading dari kualitas. Yang kembali dari aluminium, peleburannya memerlukan sedikit energy, hanya sekitar 5% dari energy yang diperlukan untuk memproduksi logam utama yang pada awalnya diperlukan dalam proses daur ulang.

***Reflectivity* (dayapemantulan)**

Aluminium adalah reflektor yang terlihat cahaya serta panas, dan yang bersama-sama dengan berat rendah, membuatnya ideal untuk bahan reflektor misalnya perabotan ringan.

PengujianKekerasan (*Hardness Test)*

Pengujian yang paling banyak dipakai adalah dengan menekan alat penekan tertentu kepada benda uji dengan beban tertentu dan dengan mengukur ukuran bekas penekanan yang terbentuk di atasnya, cara ini dinamakan cara kekerasan dengan penekanan (*brinnel*).

Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaanya akan mangalami pergesekan (*Frictional force*), dalam hal ini bidang keilmuan yang berperan penting mempelajarinya adalah Ilmu Bahan Teknik (*Engineering Materials*). Kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban identasi atau penetrasi(penekanan).

Didunia teknik, umumnya pengujian kekerasan menggunakan 4 macam metode pengujian kekerasan, yakni :
- *Brinell*(HB/BHN)
- *Rockwell* (HR/RHN)
- *Vickers* (HV/VHN)
- *Micro Hardness* (Namun jarang sekali dipakai-red)

Pemilihan masing-masing skala (metodepengujian) tergantung pada
- Permukaan material
- Jenis dan dimensi material
- Jenis data yang diinginkan
- Ketersedian alat uji

Metode*Brinell*

Pengujian kekerasan dengan metode *Brinell*bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (*identor*) yang ditekankan pada permukaan material ujitersebut (*speciment*). Idealnya, pengujian *Brinell* diperuntukan bagi material yang memiliki kekerasan *Brinell* sampai 400 HB, jika lebih dani nilai tersebut maka disarankan menggunakan metode pengujian*Rockwell* ataupun *Vickers*. Angka Kekerasan *Brinell*(HB) didefinisikan sebagai hasilbagi (Koefisien) dari bebanuji (F) dalam *Newton* yang dikalikan dengan angka faktor 0,102 dan luas permukaan bekaslukatekan (injakan) bola baja (A) dalam millimeter persegi. Rumus perhitungan *Brinell Hardness Number :*

$$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D2 - d2})}$$

Dimana:
P = bebanpenekan (Kg)
D = diameter bola penekan (mm)
d = diameter lekukan (mm)

Metode*Vickers*

Pengujiank ekerasan dengan metode *Vickers* bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap intan berbentuk piramida dengan sudut puncak 136 Derajat yang ditekankan pada permukaan material uji tersebut. Angka kekerasan *Vickers* (HV) didefinisikan sebagai hasilbagi (koefisien) daribebanuji (F) dalam *Newton* yang dikalikan denganang kafaktor 0,102 dan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) bola baja (A) dalam millimeter persegi.

Metode*Rockwell*

Skala yang umum dipakai dalam pengujian Rockwell adalah :

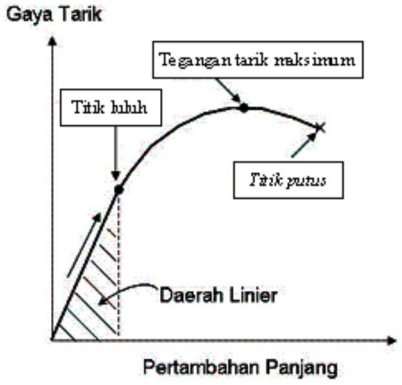
- HRa (Untuk material yang yang lunak).
- HRb (Untuk material yang kekerasan sedang).
- HRc (Untuk material yang sangatkeras).

Metode*Micro Hardness*

Pada pengujian ini identornya menggunakan intan kasar yang di bentuk menjadi piramida. Bentuk lekukan intan tersebut adalah perbandingan diagonal panjang dan pendek dengan skala 7:1. Pengujian ini untuk menguji suatu material adalah dengan menggunakan beban statis. Bentuk identor yang khusus berupa knoop memberikan kemungkinan membuat kekuatan yang lebih rapat di bandingkan dengan lekukan Vickers. Hal ini sangat berguna khususnya bila mengukur kekerasan lapisan tipis atau mengukur kekerasan bahan getas dimana kecenderungan menjadi patah sebanding dengan volume bahan yang ditegangkan.

Pengujian Tarik

Pada uji tarik, kedua ujung benda uji dijepit, salah satu ujung dihubungkan dengan perangkat pengukur beban dari mesin uji dan ujung lainya dihubungkan ke perangkat peregang. Regangan diterpakan melalui kepala-silang yang diregangkan motor dan elongasi benda uji di tunjukkan dengan peregangan relatif dari benda uji. Beban yang diperlukan untuk menghasilkan regangan tersebut ditentukan dari defleksi elastis suatu balok atau *poving ring*, yang diukur dengan menggunakan metode hidrolik, optik, atau elektromekanik. Banyak hal yang dapat kita pelajari dari hasil uji tarik. Bila kita terus menarik suatu bahan sampai putus, kita akan mendapatkan profil tarikan yang lengkap berupa kurva seperti digambarkan pada gambar 2.15. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang.



Gambar 8. Kurva F vs Δl

Perubahan panjang dalam kurva disebut sebagai regangan teknik(eng.), yang didefinisikan sebagai perubahan panjang yang terjadi akibat perubahan statik (ΔL) terhadap panjang batang mula-mula (L0).Tegangan yang dihasilkan pada proses ini disebut dengan tegangan teknik (σeng), dimana didefinisikan sebagai nilai pembebanan yang terjadi (F) pada suatu luas penampang awal (A0). Tegangan normal tesebut akibat gaya tarik dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{F}{Ao}$$

Dimana:
σ = Tegangan tarik (MPa)
F = Gaya tarik (N)
Ao = Luas penampang spesimen mula-mula (mm2)
Regangan akibat beban tekan statik dapat ditentukan berdasarkan persamaan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

Dimana: L-L0 =Δ*L*
Keterangan:
ε = Regangan akibat gaya tarik
L = Perubahan panjang spesimen akibat beban tekan (mm)

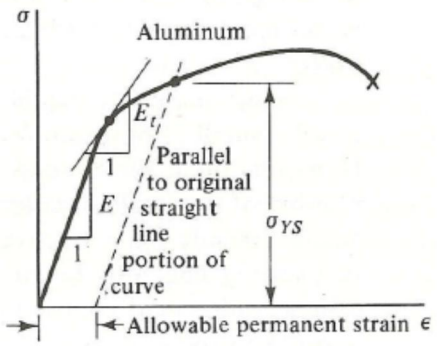
Lo = Panjang spesimen mula-mula (mm)

Pada prakteknya nilai hasil pengukuran tegangan pada suatu pengujian tarik pada umumnya merupakan nilai teknik. Regangan akibat gaya tarik yang terjadi, panjang akan menjadi bertambah dan diameter pada spesimen akan menjadi kecil, maka ini akan terjadi deformasi plastis. Hubungan antara stress dan strain dirumuskan pada persamaan.

$$E = \sigma / \varepsilon$$

E = adalah gradien kurva dalam daerah linier, di mana perbandingan tegangan (σ) dan regangan (ε) selalu tetap. ***E*** diberi nama *"Modulus Elastisitas"* atau *"Young Modulus"*.

Kurva yangmenyatakan hubungan antara *strain* dan *stress* seperti ini kerap disingkat kurva SS (*SS curve*). Kurva ini ditunjukkan oleh gambar



Gambar 9. Kurva Tegangan-Regangan

Umumnya, limit elastis bukan merupakan definisi tegangan yang jelas, tetapi pada besi tidak murni dan baja karbon rendah, titik awal terjadinya deformasi plastis ditandai dengan penurunan beban secara tiba-tiba yang menunujukan adanya titik luluh atas dan titik luluh bawah. Perilaku luluh ini merupakan karakteristik bebagai jenis logam, khusunya yang memiliki struktur bcc dan mengandung sejumlah kecil elemen terlarut. Untuk material yang tidak memiliki titik luluh yang jelas, berlaku definisi konvensional mengenai titik awal deformasi plastis, yaitu tegangan uji 0,1 atau 0,2 %. Di sini ditarik garis sejajar dengan bagian elastis kurva tegangan-regangan dari titik dengan regangan 0,2 %.

Adapun tujuan pemilihan bahan adalah agar bahan yang digunakan untuk pembuatan komponen dapat ditekan seefisien mungkin didalam penggunaannya dan selalu berdasarkan pada dasar kekuatan dan sumber pengadaaanya.supaya bahan dapat memenuhi kriteria yang diharapkan , juga perlu diperhiitungkan adanya beban yang terjadi pada alat tersebut.

Hal – hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan komponen adalah sebagai berikut :

1. EfisiensiBahan

Dengan memegang prinsip ekonomi dan berdasarkan pada perhitungan – perhitungan yang memadai , maka diharapkan biayap roduksi pada tiap- tiap unit sekecil mungkin. Hal ini dimaksudkan agar hasil –hasil produksi dapat bersaing dipasaran terhadap produk –produk lain dengan spesifikasi sama.

2. Bahan mudah didapat.

Dalam perencanaan suatu produk ,apakah bahan yang digunakan mudah didapat atau tidak. Walaupun bahan yang direncanakan sudah cukup baik tetapi tidak didukung oleh persediaan di pasaran, maka perencana akan mengalami kesulitan atau masaalah dikemudian hari karena hambatan bahan baku tersebut. Untuk itu harus terlebih dahulu mengetahui apakah bahan yang akan digunakan itu mempunyai komponen pengganti dan tersedia di pasaran.

3. Spesifikasi bahan yang dipilih

Pada bagian ini penempatan bahan harus sesuai dengan fungsi dan kegunaannya sehingga tidak terjadi beban yang berlebihan pada beban yang tidak mampu menerima beban tersebut. Dengan demikian perencanaan yang akan digunakan harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan suatu perencanaan.bahan penunjang dari mesin yang akan dibuat memiliki fungsi yang berbeda antara bagian satu dengan bagian yang lain, dimana fungsi danmasing – masing bagian tersebut saling mempengaruhi antara bagian satu dengan bagian yang lainnya.

Dalam suatu mesin biasanya terdiri dari dua bagian yaitu bagian *primer* dan bagian *sekunder*, diaman kedua bagian tersebut berbeda daya tahanannya terhadap pembebanan. Sehingga bagian utama harus diprioritaskan dengan menempatkan bagian*sekunder t*erhadap bagaian *primer.*

4. Pertimbangankhusus

Dalam pemilihan bahan ini adahal yang tidak boleh diabaikan mengenai komponen – komponen yang menunjang pembuatan me sin itusendiri. Komponen – komponen alat tersebut dari dua jenis, yaitu komponen yang dapat dibuat sendiri dan komponen yang telah tersedia dipasaran dan telah distandarkan.

Jika komponen penyusun tersebut lebih mengguntungkan untuk dibuat, maka lebih baik

dibuat sendiri. Apabila komponen tersebut sulit untuk dibuat tetapi terdapat dipasaran sesuai dengan standar, lebih baik dibeli karena menghemat waktu pengerjaan.

Motor listrik

Motor listrik berfungsi sebagai tenaga penggerak yang digunakan untuk menggerakkan sistem. Penggunaan dari motor listrik ini disesuaikan dengan kebutuhan daya dari mesin tersebut.Adapun motor listrik yang digunakan pada alat ini yaitu motorservo. Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo.

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang dan terdapat di pasaran, yaitu motor *servo rotation* 180º dan *servo rotation continuous.*

1. Motor servo standard (servo rotation 180º) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90º kearah kanan dan 90º kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180º.
2. Motor servo rotation continuous merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo standard, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.



Gambar 10. Motor servo

Torsi adalah momen gaya yang menyebabkan sebuah benda berputar, atau :

$Torsi = Gaya\ x\ jari - jari$ (T = F . r)

Misalnya sebuah gaya F bekerja pada tepi/ pinggir sebuah cakram dengan jari – jari r meter (seperti pada gambar). Bila benda berputar sebanyak 1 kali putaran , maka jarak yang ditempuh oleh gaya F adalah 2πr, sehingga usaha yang dilakukan gaya adalah $F.2\pi$r. Jika 1 putaran tersebut ditempuh dalam waktu 1 detik, maka daya yang dikeluarkan oleh gaya F adalah:

$$P = F.2\pi r = 2\pi.Fr = 2\pi T$$

Bila benda berputar sebanyak n rpm, maka daya yang dikeluarkan oleh gaya F adalah:

P = T $\times \frac{2\pi \times N}{60}$ = 0,105 T.n atau $T = 9{,}55\frac{p}{n}$.

Sehingga besarnya Daya P (kW) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus

P = T $\times \frac{2\pi \times N}{60}$

Gear Box

Gearbox atau transmisi adalah salah satu komponen utama motor yang disebut sebagai sistem pemindah tenaga, transmisi berfungsi untuk memindahkan dan mengubah tenaga dari motor yang berputar, yang digunakan untuk memutar spindel mesin maupun melakukan gerakan feeding. Transmisi juga berfungsi untuk mengatur kecepatan gerak dan torsi serta berbalik putaran, sehingga dapat bergerak maju dan mundur.

Ratio gear atau perbandingan gigi atau juga Gigi Ratio adalah angka yang menunjukkan tingkat ukuran besar kecilnya antara gigi- gigi pada transmisi. Ratio gear ini akan menentukan percepatan yang dihasilkan dari kombinasi gigi - gigi pada transmisi.

***Accu*/Aki**

Baterai atau aki, atau bisa juga accu adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewatkan arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel.

Remote Control

Remote Controller atau yang biasa disebut Pengendali jarak jauh merupakan sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mengoperasikan sebuah mesin dari jarak jauh. Istilah remote control juga sering disingkat menjadi remot saja. Pada umumnya, pengendali jarak jauh digunakan untuk memberikan perintah dari kejauhan seperti mobil-mobilan, televisi atau barang-barang elektronik lainnya seperti system streo dan pemutar DVD.



Gambar 11. Remote Control

Sistem R/C sebelumnya memang ditujukan untuk keperluan militer, yakni untuk mengendalikan peluru kendali yang tidak berawak yang dilepaskan dari pesawat terbang untuk menghancurkan daerah lawan. Saat ini R/C sudah banyak digunakan orang untuk mengendalikan berbagai sistem, baik untuk keperluan riset, industri, rekreasi maupun keperluan rumah tangga. Berbagai jenis pesawat terbang model, Perahu, mobil-mobilan bahkan robot mainan saat inipun sudah banyak tersedia di toko-toko dengan dilengkapi radio control.

Hukum Kesetimbangan

Kesetimbangan adalah sebuah kondisi dimana resultan semua gaya yang bekerja pada sebuah benda adalah nol. Dengan kata lain, semua benda berada dalam kesetimbangan jika semua gaya dan momen yang dikenakan padanya setimbang. Pernyataan ini dicantumkan dalam persamaan kesetimbangan, yaitu: (Modul Elemen Mesin II, 4)

$\Sigma F_x = 0$
$\Sigma F_y = 0$
$\Sigma M = 0$

dengan:

ΣF_x = Jumlah gaya pada x (N)
ΣF_y = Jumlah gaya pada y (N)
ΣM = Jumlah moment yang berkerja (Nm)

Perhitungan Poros

Momen Bengkok dan Tegangan Bengkok

Moment bengkok adalah sebuah moment (gaya x jarak) yang dapat mengakibatkan suatu komponen/ poros akan mengalami bengkok. Akibat bengkok maka serat pada salah satu sisi akan tertarik dan serat pada sisi yang lain akan tertekan. Jadi sebenarnya tegangan bengkok tidak lain adalah tegangan tarik atau tegangan tekan yang terjadi pada serat yang berlawanan. Bila sebuah poros mendapat moment bengkok sebesar M, maka tegangan bengkok yang terjadi pada serat terluar (σ) adalah : (Modul Elemen Mesin II, 10)

$$\sigma = \frac{M.y}{I}$$

σ = tegangan bengkok (N/mm²)
M = moment bengkok (Nmm)
I = moment inersia luasan linier (mm⁴)
Y = jarak antara titik pusat penampang ke serat terluar(mm)

Untuk penampang bulat pejal dengan diameter d, maka $I = \frac{\pi}{64} d^4$ dan $Y = \frac{1}{2} d$, sehingga tegangan bengkok dapat di rumuskan :

$$\sigma = \frac{32}{\pi d^3} M$$

Untuk poros yang berpenampang bulat berlubang dengan diameter luar d_o dan diameter dalam d_i, maka $I = \frac{\pi}{64}\left(d_o{}^4 - d_i{}^4\right)$, sehingga tegangan bengkoknya dapat dirumuskan:

$$\sigma = \frac{32 d_o}{\pi\left(d_o{}^4 - d_i{}^4\right)} M$$

Pemilihan Baut dan Mur

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting. Untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin, maka pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai.

Adapun kerusakan yang dapat ditimbulkan pada baut antara lain tegangan geser dan permukaan. Rumus dasar perhitungan tegangan geser dan permukaan pada baut sama juga dengan dasar perhitungan tegangan komponen lainya.

Tegangan gesesr yang terjadi (τ_g):

$$\tau_g = \frac{F}{A}$$

Untuk penampang pada tegangan geser :

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

Dimana :

F = Gaya maksimum yang terjadi (kg)

A = Luas penampang baut (mm^2)

d = Diameter baut (mm)

Tegangan permukaan yang terjadi (τ_p) :

$$\tau_p = \frac{F}{A}$$

Untuk penampang pada tegangan permukaan :

$$A = d \, . \, l$$

Dimana :

d = diameter baut (mm)

l = Panjang baut (mm)

Proses Permesinan

Proses Pengeboran

Pengeboran adalah suatu proses pengerjaan pemotongan menggunakan mata bor (*twist drill*) untuk menghasilkan lubang yang bulat pada material logam maupun non logam yang masih pejal atau material yang sudah berlubang. Proses pengeboran dapat dihitung dengan menggunakan rumus dan berdasarkan Tabel VC (kecepatanpotong) yang dianjurkan sebagai berikut.

$$N = \frac{200 \times Vc}{\pi \times d}$$

Dengan

N= putaranbor (rpm)

Vc= kecepatanpotong (m/menit)

d= diameter bor (mm)

4.PEMBAHASAN

Perencanaan dan Perhitungan Massa Komponen

Rangka

Kerangka merupakan fondasi dari sebuah konstruksi atau alat. kerangka terbuat dari material yang kuat dan mampu menopang semua benda yang bertumpu pada material tersebut. Material yang dipilih sebagai penyusun kerangka pada alat ini yaitu aluminium alloy . yang memiliki kekuatan Tarik bahan 159 N/mm^2. E = 72.000 N/mm^2, ρ = 2.700 kg/m^3.

Dimana : σ ijin Aluminium = $\frac{\sigma bahan}{f.keamanan} = \frac{159N/\text{mm}^2}{3} = 53N/mm^2.$

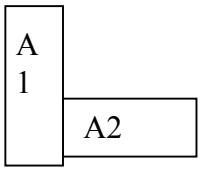
Dan menggunakan acrylic sebagai penompang aki yang memiliki tegangan bahan 50 N/m^2 dan ρ = 1,18 x 10^{-6}kg/mm^3

Dimana : σ ijin Acrylic = $\frac{\sigma bahan}{f.keamanan} = \frac{50N/\text{m}^2}{2} = 25N/m^2.$

a. Rangka depan bagian bawah

Menggunakan bahan aluminium profil L

1. Menggunakan profil L 30 x 30 pada bagian paling depan.



Luas A1 = Luas A2

L A_1 = 30 mm x 1 mm = 30 mm^2

A1 + A2 = 30 mm^2+ 30 mm^2 = 60 mm^2

Volume A1 = Volume A2

V A_1 = P x l x t = 190 x 30 x 1= 5700 mm^3

Volume A_1 + A_2 = 5700 mm^3 + 5700 mm^3 = 11400 mm^3

Massa = v x ρ = 0.00011400 m^3 x 2700 kg/m^3 = 0.3 kg

W = 0.3 x 9.81 = 2.94 N

a. Rangka bawah bagian belakang

Dengan menggunakan bahan aluminium profil L50

A1 = 2 (L x P)
= 2 (50 x 3000)
= 30000 mm^2
= 0,030000 m^2

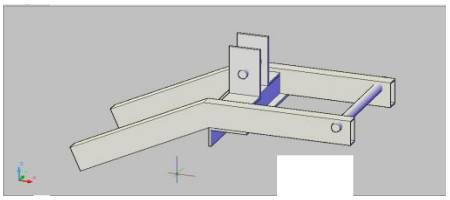
A2 = L x P
= 50 X 190
= 9500 mm^2
= 0,0009500 m^2

Atotal = A1 + A2
= 0,030000 + 0,0009500

= 0,0395 m^2
V = P x L x T
= 0.0395 m^2 x 0,001 m
= 0,0000395 m^3
Massa = V x ρ
= 0,0000395 m^3 x 2700 kg/m^3
= 0,10665
w = 0,10665 kg x 9,81
= 1,05 N
Ukuran panjang dan lebar acrylic disesuaikan dengan ukuran rangka bawah bagian belakang yang telah di dapat dari perhitungan rangka diatas.
A 3 (acrylic) = P x L = 298 x 188
= 56024 mm^2
V = A3 x T = 56024 x 10 mm
= 560240 mm^3
Massa = V x ρ = 560240 (1,1$10^{-6} kg/mm^3$) = 0,66 kg
W = 0,66 kg x 9,81 = 6,47 N

c.Total berat rangka bagian bawah
W total = 0,948 N + 1,05 N + 6,47 N
= 8,5 N

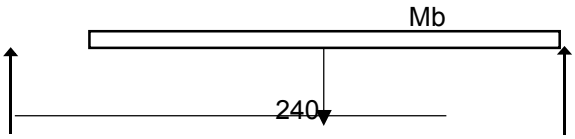
Arm yang sudah dibentuk kemudian dibor dikedua sisi pada bagian atas sebesar Ø7 mm dan bagian bawah sebesar Ø7 mm, kemudian satukan antara lubang yang terdapat pada *bucket* dengan lubang *arm* yang berdiameter 7 mm, lalu masukkan silinder sebagai pin pengunci. Gambar rancangan *arm* ditampilkan sebagai berikut.



Gambar 12. *

Luas *Arms* = P x L = 240 x 11
= 2640 mm^2
= 0,002640 m^2
V = P x L x T
= 0,002640 m^2 x 0,011 m
= 0,00002904 m^3
Massa = V x ρ
= 0,00002904 m^3 x 2700 kg/m^3
= 0,078 kg x 9,81
= 0,76 N
Arms merupakan penumpu beban dari *bucket*, maka beban yang diterima oleh *bucket* akan ditumpu oleh *arms* masing-masing yaitu sebesar $\frac{1}{2}$

(1 kg × 9.81 m/s^2) = 4,905N .



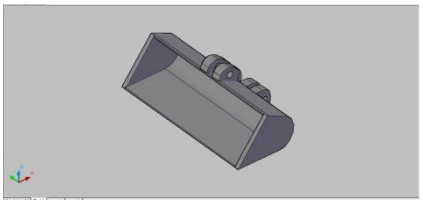
Fmax = 1 kg = 9,81 N

Ix □ = $\frac{bh^3}{12} = \frac{240.11^3}{12}$ = 26620 mm

y = 5,5 mm
Mb = F.240 + W. 120 = 9,81. 240+ 0,76.120= 2445,6 Nmm

Bucket

Bucket merupakan *equipment* dari *wheel loader* yang berfungsi untuk mendorong material dan mengangkutnya. Penggunaan *bucket* dapat disesuaikan dengan medan kerja dari *wheel loader*, ada *bucket* yang memiliki kuku dan ada juga yang memiliki pisau, semua disesuaikan dengan medan kerja *wheel loader*. *Bucket* yang dibuat untuk alat ini dibuat dengan porsi yang pas yang disesuaikan dengan ukuran dari simulasi *wheel loader* ini.



Gambar 13. ***Bucket***

Luas *Bucket* = L = $\frac{\pi.r^2}{2}$

= $\frac{\pi.40^2}{2}$ = 2512 mm^2

Volume= $\frac{\pi.r^2.t}{2} = \frac{\pi.40^2.80}{2} = 200960mm^3$

Massa = V x ρ
= 200960 x (2,7 x $10^{-6} kg/mm^3$)
= 0,54 kg
W = 0,54 kg x 9,81
= 5,3 N

Wtotal = 2 (Warm) + Wbucket
= 2 (0,76 N) + 5,3 N
= 6,2 N
Dari perhitungan diatas berat bucket dan 2 arm = 6.2 N memiliki berat Yang Lebih kecil

dibandingkan dengan berat total rangka bagian bawah = 8.5 N, sehingga rangka bagian bawah mampu menahan berat bucket dan 2 arm.

Spesifikasi *bucket* dari simulasi alat ini memiliki ketebalan plat 1 mm, berukuran 240 mm x 90 mm berbahan AA 5052. Perancanaan massa awal yang akan diangkat oleh *bucket* ialah sebesar 1 kg. maka beban yang akan di angkat bucket yaitu 1 kg x 9,81 m/s^2= 9.81 N. Untuk mengetahui aman atau tidaknya rancangan *bucket* yang akan dibuat maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

τ bahan = 159 N/mm^2 , E= 72.000 N/mm^2 , ρ = 2.700 kg/mm^3

τ ijin bahan aluminium =

$$\frac{\tau\ bahan}{v} = \frac{159}{3} = 53N/mm^2$$

Karena pada *Bucket* menggunakan baut maka perhitungan yang akan dilakukan pada komponen baut adalah perhitungan tegangan geser baut :

Diketahui: d= 3mm , maka didapat besar penampang :

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} (3)^2$$

A= 7,065 mm^2

Selanjutnya akan di dapat tegangan geser yang terjadi pada baut pengikat, apabila beban maks pada *Bucket* sebesar 1 kg.

Maka di dapat

$\tau g = \frac{F}{A} = \frac{9{,}81N}{7{,}065mm^2} = 1{,}4N/mm^2$, sedangkan

$\tau ijin = \frac{\tau\ bahan\ baut}{V} = \frac{159}{4} = 39{,}75N/mm^2$

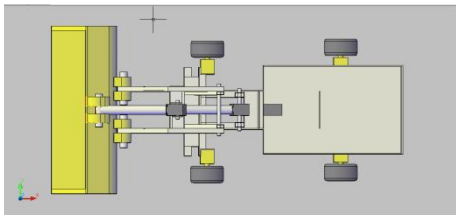
- Tegangan geser yang terjadi pada baut τg = 1,4 N/mm < lebih kecil dari tegangan izin , maka AMAN.

F= 1 kg . 9,81 m/s^2 = 9,81 N

Perhitungan *Bucket* dengan menggunakan *free body diagram* Panjang = 240 mm

***Assembly* Rangka**

Berdasarkan Perancangan dari beberapa komponen utama penyusun rangka, maka komponen-komponen rangka yang telah dirancang dapat dipasang sebagai berikut.



Gambar 14. *Assembly* Rangka

Dengan bantuan program *AutoCad 2007* dapat diketahui karakteristik dari komponen penyusun bagian alat simulasi *wheel loader* tersebut pada tabel dibawah sebagai berikut:

Tabel 1. Bagian-bagian Alat berat

No	Nama bagian	Luas	Volume	Massa	Bahan
1	Rangka Depan bagian bawah	0,0358 m^2	0,0000358 m^3	0,948 N	AA 5052
2	Rangka belakang bagian bawah	0,0395 m^2	0,0000395 m^3	1,05 N	AA 5052
3	Acrylic	56024 mm^2	560240 mm^3	6,47 N	AA 5052
4	*Bucket*	2512 mm^2	200960 mm^3	6,2 N	AA 5052
5	*Arms*	0,002640 m^2	0,00002904 m^3	0,76 N	AA 5052

Perhitungan daya motor DC

$$P = T\frac{2\pi n}{60}$$

$$= 1{,}47\ Nm \frac{2\pi.200}{60}$$

$$= 30{,}8\ watt$$

Perhitungan daya motor servo 180

Untuk mencari perhitungan daya minimum dan daya maksimum dari motor *servo* adalah :

Spesifikasi motor servo 180:

- ***Voltage* = 6 V**
- ***Weight*** = 55g
- ***Dimension*** = 40.7 x 19.7 x 42.9mm
- ***Stall torque*** = 12 kg/cm
- ***Operating speed*** = 0.20sec/60*degree*(4.8v)
- ***Operating voltage*** = 4.8-7.2V

Temperature range = 0- 55deg

Sehingga diperoleh:

P_{min} = V x I_{min} = 6 V x 3 A = 18 watt

P_{max} = V x I_{max}

= 6 V x 5 A

=30 watt

Perhitungan Baut

perhitungan yang akan di lakukan pada

komponen baut adalah perhitungan tegangan geser baut yaitu sebagai berikut berdasarkan pers 2.10

Diketahui :

d = 3 mm

Maka didapat besar penampang sebesar :

$A = \frac{\pi}{4} d^2$

$A = \frac{\pi}{4} (3)^2$

A = 7, 065 mm^2

Selanjutnya akan didapat tegangan geser yang terjadi pada baut pengikat sebesar:

Diketahui :

F = 1.5 kg . 9,81 m/s^2

= 14.71 N

A = 7,065 mm^2

Maka didapat :

$\tau g = \frac{F}{A}$ $\sigma_{izin} = \frac{\sigma_{bahan\ baut}}{V}$

$= \frac{14.71\ N}{7{,}065\ mm^2}$ = $\frac{159}{4}$

= 2.9 N/mm^2 = 39,75 N/mm^2

Jadi tegangan geser yang terjadi pada baut (τg) sebesar 2.9 N/mm^2 lebih kecil dari tegangan izin maka **AMAN** untuk menggunakan baut ∅ 3 mm.

Perhitungan *Articulated*

Pada perancangan *articulated* ini ingin mencari bobot mati pada bagian belakang, agar pada *articulated* ini bagian belakangnya tidak dapat bergerak. Dengan metode kesetimbangan kita dapat mengetahui beban yang akan ditambakan pada bagian belakang (F_{bm}).

Tabel 2. Massa komponen

Nama Alat	Berat (kg)	percepatan gravitas (m/s^2)	Massa (N)
Accu (aki)	4.6	9.81	F_c = 45,12
Bagian Rangka belakang	1.69	9.81	F_{bm} = 16.58
Bagian Rangka depan	0.95	9.81	F_{dpn} = 9.32

Dari data diatas sebelum kita mencari F_{bm} terlebih dahulu kita mencari gaya yang berkerja pada titik R_b dan titik R_e dengan mengabaikan gaya pada F_{bm}.

$\sum F_y$ = 0

$\sum F_y$ = -F_c - F_{dpn} + R_b + R_e = 0

$\sum F_y$ = - 45.12 N – 9.32 N + R_b + R_e = 0

$\sum F_y$ = - 54.44 N + R_b + R_e = 0

R_b = 54.44 N - R_e (pers…1)

$\sum M_e$ = 0

$\sum M_e$ = (R_b× (a+b + c + d)) - F_c × (c + d) + M_d + (F_{dpn} × e) = 0

0 = (R_b× (0.115 m +0.06+ 0.225 m + 0.115 m)) – 45.12 N × (0.225 m + 0.115 m) + 1.47 Nm + (9.32 N × 0.064 m)

0 = (R_b× 0.515 m) – (45.12 N × 0.340 m) + 1.47 Nm + 0.5964 Nm

0 = 0.515 m . R_b – 15.34 Nm + 1.47 Nm + 0.5964 Nm

0 = 0.515 m .R_b – 14.74 Nm

$-R_b = \frac{-14.74\ \text{Nm}}{-0.515\ \text{m}}$

R_b= 28.62N

Hasil diatas disubtitusikan pada persamaan I untuk mendapatkan gaya yang berkerja pada R_e

R_b = 54.44 N - R_e

28.62 N = 54.44 N - R_e

R_e = 54.44 N – 28.62 N

R_e = 25.82 N

Setelah semua diketahui maka F_{bm} minimal dapat dihitung agar bagian belakang diam dengan metode kesetimbangan moment yang berkerja pada rangka tersebut.

$\sum M_e$ = (-F_{bm}× (a + b + c + d)) - R_b × (b + c + d)+ F_c × (c + d) + M_d + F_{dpn} × e = 0

$\sum M_e$ = (−F_{bm}× (0.115 m + 0.06 m + 0.225 m + 0.115 m)) – 28.62 N × (0.06 m + 0.225 m + 0.115 m)+ 45.12 N × (0.225 m + 0.115) + 1.47 Nm + (9.32 N × 0.064 m) = 0

$\sum M_e$ = (-F_{bm}× 0.515m) - (11.44Nm) +(15.34Nm) + (1.47Nm) + (0.59Nm)

= 0

$\sum M_e$ = (-F_{bm}× 0.515 m) + 5.96 Nm

$F_{bm} = \frac{5.96\ Nm}{0.515\ m}$

F_{bm} = 11.57 N

Sehingga dapat disimpulkan bahwa beban mati bagian belakang minimal yang ditambahkan sebesar 11.57 N atau 1.17 kg agar bagian belakang diam.

5. KESIMPULAN

Alat ini memiliki bahan dasar berupa Alluminium alloy profil “L”. Alat bantu yang digunakan dalam proses pengerjaan ialah gerinda, cak gerinda, bor, cak bor, dan solder. Dalam proses pengerjaan alat seperti pemotongan dan pengeboran haruslah persisi, dan juga untuk pemasangan komponen penerus daya seperti motor *servo*dan motordcjuga harus pas pada posisinya agar terhindar dari gesekan

antar komponen.

1. Rancang bangun modifikasi pergerakkan *prototype articulated* dan *bucket* dengan menggunakan pengendali jarak jauh pada *wheel loader*
2. Motor *DC servo* dan motor *Dc* merupakan penggerak utama dari alat ini
3. Alat ini memiliki kecepatan yang konstan dan batas angkut maksimal sebesar 1kg
4. Aki merupakan penyuplai energi dari semua motor yang digunakan
5. Pengontrolan alat menggunakan *remote controller* yang mempunyai jarak kendali *controller* bisa mencapai 10 m.