

RANCANG BANGUN DAN MANUFAKTUR *CHASSIS* ROBOT *AUTOMATED GUIDED VEHICLE* (AGV) SEBAGAI PROTOTIPE ALAT TRANSPORTASI BARANG PADA PERUSAHAAN GARMEN

Munadi^a, Ismoyo Haryanto^b, Muhammad Irvan Dian Surya^c

^{a,b}Dosen, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

^cMahasiswa, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jalan Prof. Sudarto No.13, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

*Email: muhhammadirvandiansurya@gmail.com

Abstrak

Pada Perkembangan abad ke-20 ini sangat cepat khususnya pada bidang ilmu pengetahuan dan teknologi yang membawa dampak besar bagi pola kehidupan manusia. Dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dan implementasi rencana strategis "industri 4.0", tingkat kecerdasan dan otomatisasi industri manufaktur terus meningkat. Selama bertahun-tahun perkembangan teknologi (terutama dalam elektronik dan robotika) telah menawarkan AGV beberapa keunggulan dibandingkan sistem penanganan material lainnya, seperti, fleksibilitas perutean, keandalan, biaya pengoperasian yang rendah, pergerakan yang tidak terhalang dan integrasi yang mudah dengan sistem lain. Namun, dalam perancangan *chassis* robot model AGV (*Automated Guided Vehicle*) bisa dibidang desain dasar dan belum memiliki analisis yang mendalam yang dibutuhkan sebagai bahan pertimbangan. Maka perlu dilakukan proses pengujian robot AGV seperti mengetahui *stress*, *deformation*, dan *safety factor* pada *Chassis*, pada penelitian ini memiliki beberapa tahapan dalam melakukan perancangan chassis yaitu Perancangan Desain, pemilihan Material, proses Simulasi, Proses Pembuatan *Chassis*, dan Pengujian dan Pengambilan Data. Nilai tegangan *von-mises* maksimum untuk beban 30 kg yang dihasilkan adalah 57,05 MPa, sedangkan nilai total deformasi maksimal yang dihasilkan adalah sebesar 1,43 mm. Nilai *safety factor* pada tegangan *von-mises* terbesar adalah sebesar 3,76. Setelah dibandingkan dengan hasil simulasi menggunakan ansys dan dari proses pengujian secara *actual* tingkat keerrorrannya di bawah dari 10% sehingga bisa jadi acuan buat optimasi pengembangan *chassis* AGV selanjutnya.

Kata kunci: *actual; chassis; deformation; safety factor; stress*

Abstract

The development of the 20th century is very fast, especially in the field of science and technology which has a major impact on the pattern of human life. With the development of science and technology and the implementation of the "industry 4.0" strategic plan, the level of intelligence and automation of the manufacturing industry continues to increase. Over the years technological developments (particularly in electronics and robotics) have offered the AGV several advantages over other material handling systems, such as, routing flexibility, reliability, low operating costs, unobstructed movement and easy integration with other systems. However, in designing the robot chassis, the AGV (*Automated Guided Vehicle*) model is arguably the basic design and does not yet have the in-depth analysis required for consideration. So it is necessary to carry out the process of testing the AGV robot such as knowing the *stress*, *deformation*, and *safety factor* on the *Chassis*, in this study there are several stages in designing the chassis, namely Design Pile, Material Selection, Simulation Process, Chassis Making Process, and Testing and Data Collection. The maximum *von-mises* stress value for the resulting 30 kg load is 57.05 MPa, while the maximum total deformation value produced is 1.43 mm. The value of the *safety factor* at the largest *von-mises* stress is 3.76. After being compared with the simulation results using ansys and from the actual testing process the error rate is below 10% so that it can be a reference for optimization of the next AGV chassis development.

Keyword: *actual; chassis; deformation; safety factor; stress*

1. Pendahuluan

Pada Perkembangan pada abad ke-20 ini sangat cepat khususnya pada bidang ilmu pengetahuan dan teknologi yang membawa dampak besar bagi pola kehidupan manusia [1]. Dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dan implementasi rencana strategis "industri 4.0", tingkat kecerdasan dan otomatisasi industri manufaktur terus meningkat. Dengan perkembangan teknologi robot, AGV (*Automated Guided Vehicle*) diproduksi dan telah digunakan dalam penanganan material dan bidang otomatisasi lainnya selama lebih dari 50 tahun [2].

Navigasi pada robot beroda umumnya sering dijumpai menggunakan konsep ackerman steering dan differential drive yang mana kedua tipe tersebut mempunyai mobilitas yang rendah sehingga tidak mampu untuk bergerak/bermanuver ke segala arah atau secara langsung tanpa berbelok. Salah satu jenis robot yang memiliki kemampuan tersebut adalah robot model AGV (*Automated Guided Vehicle*) yang menggunakan roda mecanum yang memiliki mobilitas yang tinggi. *Automated Guided Vehicle* (AGV) adalah robot bergerak yang dikendalikan dari jarak jauh tanpa pengemudi yang beroperasi secara otomatis di sepanjang jalur dengan kabel infloor, garis fluorescent, pemindaian optik dari berbagai tanda atau solusi navigasi lainnya. Selama bertahun-tahun perkembangan teknologi (terutama dalam elektronik dan robotika) telah menawarkan AGV beberapa keunggulan dibandingkan sistem penanganan material lainnya, seperti, fleksibilitas perutean, keandalan, biaya pengoperasian yang rendah, pergerakan yang tidak terhalang dan integrasi yang mudah dengan sistem lain [3]. Namun, dalam perancangan chassis robot model AGV (*Automated Guided Vehicle*) bisa dibilang desain dasar dan belum memiliki analisis yang mendalam yang dibutuhkan sebagai bahan pertimbangan. Analisis yang dimaksudkan adalah analisis stress pada desain robot tersebut. Supaya bisa memastikan desain rancangan chassis robot AGV (*Automated Guided Vehicle*), maka perlu dilakukan penganalisaan chassis tersebut sebagai dasar pengembangan robot selanjutnya dengan menggunakan software *ansys* 18.1 untuk mengetahui distribusi tegangan (*stress*), *displacement*, dan juga *safety factor* yang terjadi pada chassis.

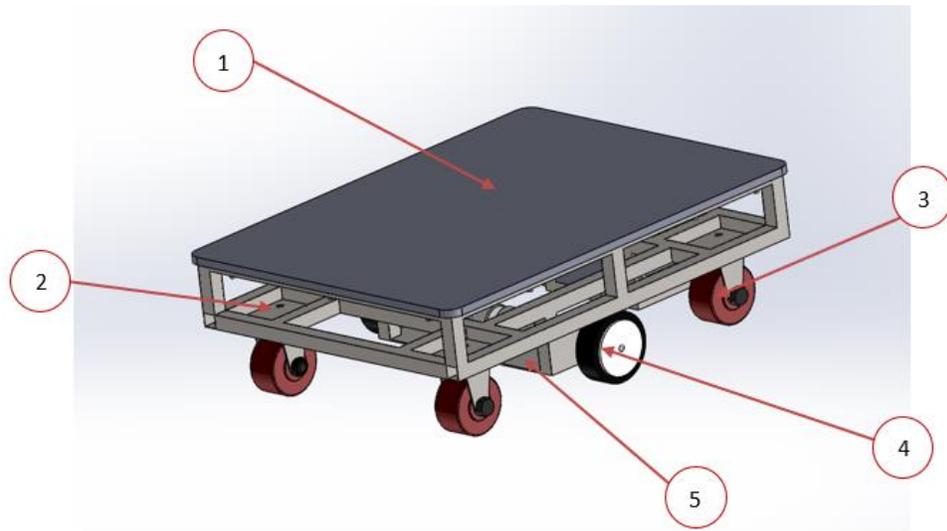
2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini memiliki beberapa tahapan yang digunakan yaitu.

2.1 Detail Rancangan Desain

Dalam mendesain rangka, berbagai alternatif, model, bentuk dan konstruksi rangka yang dipilih berdasarkan kemampuan dalam menopang beban yang dimiliki komponen alat peraga tersebut. Ukuran besar dan kecil bahan dapat di sesuaikan dengan dengan berat bahan yang di topang [4].

Spesifikasi yaitu persyaratan kemampuan dan sifat-sifat yang harus dimiliki oleh bahan pada suatu alat yang ingin dirancang. Persyaratan dalam spesifikasi dibagi dalam dua kategori yaitu keharusan (*demands*) adalah syarat Demands adalah syarat yang harus dimiliki dalam kondisi apapun, supaya rancangan dapat terwujud. Jika syarat ini tidak terpenuhi maka rancangan akan gagal. Dan keinginan (*wishes*) adalah syarat yang dapat dipenuhi jika memungkinkan. Jika syarat ini tidak terpenuhi maka tidak selalu bermasalah dan mungkin hanya mempengaruhi sedikit sekali dalam rancangan alat. Berikut merupakan komponen-komponen pada *chassis* AGV tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



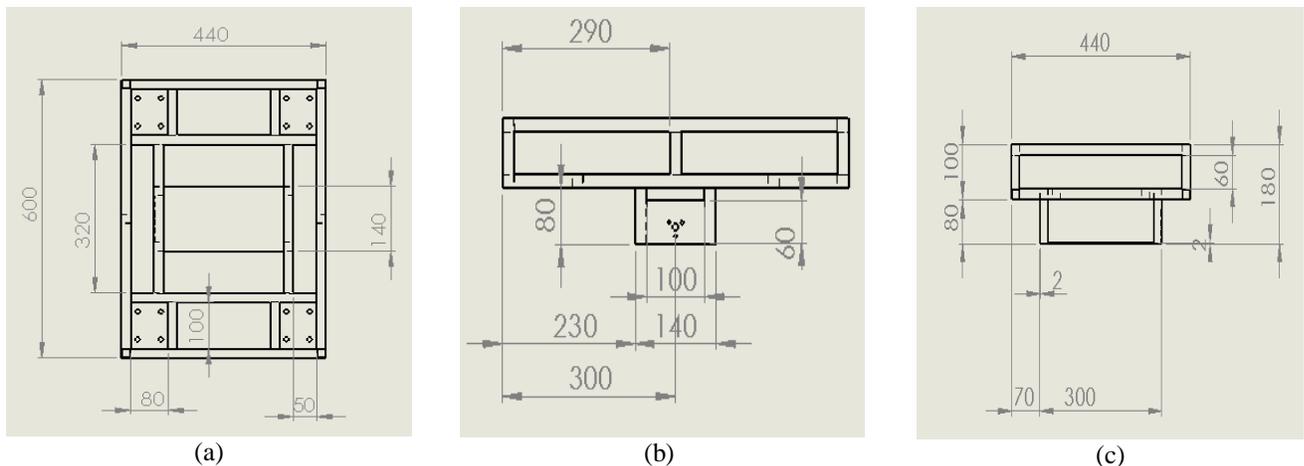
Gambar 1. Desain Peralatan Robot AGV

Tabel 1. Komponen-Komponen Robot AGV

No	Komponen
1	Plate Penopang Beban
2	Chassis AGV
3	Ban Caster
4	Ban Utama
5	Motor

Bentuk robot AGV yang *flat* saya ambil contoh dari bentuk sebuah *trolley* pengangkut barang karena *Flate trolley* merupakan jenis *trolley* tanpa pegangan atau penyangga yang hanya memiliki roda. Jenis *trolley* ini sangat ideal untuk membawa barang berukuran besar dan berat di lorong yang sempit. Misalnya hanya pindahan atau sekedar menata ulang barang.

Desain ini mengadopsi struktur *chassis* enam roda, dua roda diferensial di tengah, dua roda universal di depan dan dua roda universal di belakang. Struktur ini memiliki kapasitas bantalan yang besar, efek pendaratan yang baik dan stabilitas yang baik [2]. Geometri *chassis* dijelaskan dalam satuan mm dapat dilihat pada Gambar 2 .



Gambar 2. (a) Tampak Atas, (b) Tampak Samping, dan (c) Tampak Depan Dimensi pada *Chassis* AGV

2.2 Material

Chassis ini menggunakan bahan material hollow *Steel* ASTM A500 pada bagian *chassis*, untuk bagian penopang beban menggunakan material *steel* ST 37 dan untuk bagian *body* menggunakan bahan material *acrylic*. Serta perawatan dan perlakuan lebih mudah karena materialnya mudah didapatkan, harga terjangkau, mudah dilas, massa jenis kecil namun dapat menopang beban yang tinggi.

Material yang digunakan pada *chassis* AGV ini adalah *Hollow Steel* ASTM A500 dan Plat *Steel* ST 32, material ini adalah jenis besi yang paling umum digunakan di industri dan memiliki konstruksi yang kuat tetapi tetap ringan serta mudah didapat dipasaran tanpa harus melakukan pemesanan pada pabrik. Material ini memiliki kekakuan bahan, kekuatan tarik yang tinggi serta biaya yang murah dibanding alumunim dan plastik. Dan juga karena biaya yang rendah dan ringan. Sifat material akan mempengaruhi keakuratan hasil virtual jika dibandingkan dengan pembuatan prototipe fisik [5,6,7]. Berikut *mechanical properties* dari material yang telah di pilih dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Mechanical Properties Steel ASTM A500

Sifat Mekanik	
Densitas	7850 Kg/m ³
Modulus Elastisitas	210 Gpa
Poisson's Ratio	0.30
Tensile Strength	400 MPa
Yield Strength	290 MPa
% Elongation	25 %

Tabel 3. Mechanical Properties Plat Steel ST 37.

Sifat Mekanik	
Densitas	2.7 gram/mm ³
Modulus Elastisitas	212 Gpa
Poisson's Ratio	0.30
Tensile Strength	340 MPa
Yield Strength	215 MPa
% Elongation	26 %

2.3 Simulasi

Desain struktur dilakukan dengan mempertimbangkan kriteria kelelahan dan disimulasikan dalam *software ansys*, menggunakan modul Analisis *Static Structur*. Pada simulasi ini mesh yang digunakan yaitu Octree Tetrahedron Mesh, dengan elemen 3 dimensi yang menghasilkan bentuk tetrahedron dengan 4 node. Untuk menyederhanakan simulasi Elemen Hingga, modul dibagi menurut jenis koneksi di antara lain. Hasil lasan dianggap koneksi sempurna dan ada koneksi non-las [9].

Simulasi merupakan tiruan proses operasi dari sebuah kondisi nyata atau sistem dari waktu ke waktu. Simulasi diartikan sebagai teknik menirukan atau memperagakan kegiatan berbagai macam proses atau fasilitas yang ada di dunia nyata Fasilitas atau proses tersebut disebut dengan sistem, yang mana didalam keilmuan digunakan untuk membuat asumsi-asumsi bagaimana sistem tersebut bekerja [10].

Tujuan dari simulasi ini adalah untuk mendapatkan data tentang tegangan Von Mises, *displacement* dan *safety factor* yang terjadi pada desain *frame* AGV ini. Hasil simulasi ini digunakan sebagai acuan dalam pembuatan AGV selanjutnya. Simulasi ini dilakukan menggunakan laptop dan perangkat lunak *Ansys*. Simulasi *Ansys* yang dilakukan adalah simulasi dengan pembebanan statis. Pada simulasi dengan pembebanan statis dilakukan variasi pembebanan.

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih valid maka hasil simulasi menggunakan *Ansys* ini juga di validasi dengan pengujian lab. Pengujian lab yang dimaksud adalah pengujian secara langsung yang dilakukan pada *prototype* yang telah dibuat. Pengujian ini menggunakan *Dial Indicator*. Hasil pengujian ini diharapkan tidak memiliki beda yang berarti dengan hasil simulasi sehingga kevalidan hasil simulasi dan pengujian dapat tercapai dengan baik, sehingga data yang digunakan untuk pembuatan AGV selanjutnya benar-benar mumpuni dan dapat dipertanggungjawabkan.

Setelah dilakukan simulasi dan pengujian dilaboratorium, langkah selanjutnya adalah menganalisa dan evaluasi hasil simulasi. Tujuannya adalah untuk melihat apakah desain *frame* ini cukup kuat untuk digunakan dengan variasi pembebanan yang sudah dilakukan. Untuk melihat kuat apa tidaknya desain ini dilihat dari tegangan Von Mises maksimum yang terjadi pada titik-titik kritis, *displacement* dan juga seberapa besar *safety factor* yang terjadi pada desain *frame* ini. Tujuan analisisnya untuk melihat peluang modifikasi yang akan dilakukan [11].

2.4 Proses Pembuatan Chassis

Pada tahap perancangan suatu produk, dibutuhkan pemilihan material yang sesuai kebutuhan dan juga sudah menentukan material yang akan digunakan tanpa mengabaikan berbagai aspek yang ada. Pada proses perancangan tersebut dapat ditentukan waktu pembuatan, kualitas, kemudahan dalam pengerjaan dan perakitan.

Proses perancangan dalam pembuatan *chassis* AGV melalui beberapa proses. Berikut ini merupakan proses-proses yang dilakukan: pemotongan bahan material, penggerindaan, pengedrillan, pengelasan rangka, proses pendempulan dan pengamplasan, dan yang terakhir proses pengecatan, setelah itu masuk kepada *pengassembly part chassis*.

Pembebanan pada *frame* AGV yang dilakukan simulasi menggunakan *software Ansys 18.1* diperoleh nilai maksimum tegangan Von Mises dan *Displacement* sehingga *Chassis* dapat dinyatakan aman untuk digunakan.

2.5 Pengujian dan Pengambilan Data

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah *chassis* robot AGV tersebut dapat digunakan sesuai dengan desain awal, pengujian yang dilakukan yaitu proses pengoperasian dan proses pemberian beban yang berbeda-beda bobot di robot AGV. Proses pengujian menggunakan *dial indicator* dikarenakan alat ukur ini memiliki tingkat kepresisian yang lebih tinggi di banding dengan alat ukur lainnya [5].

3. Hasil dan Pembahasan

Pada hasil dan pembahasan ini penulis membagi menjadi dua tahap yaitu.

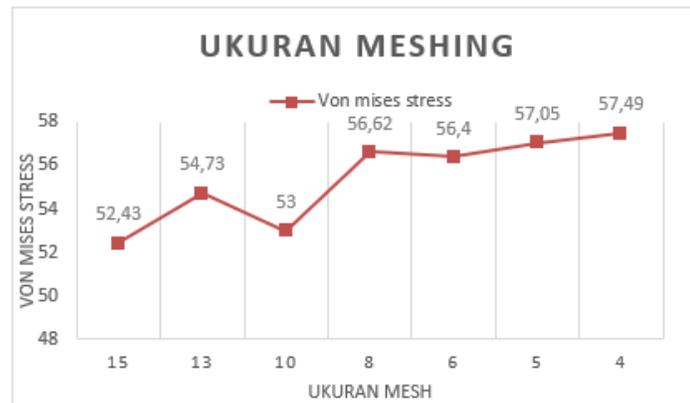
3.1 Konvergensi Mesh

Finite Element Method (FEM) adalah prosedur numeris yang dipakai dalam menyelesaikan permasalahan di bidang rekayasa, seperti menganalisis tegangan pada rangka. Metode ini digunakan untuk menyelesaikan masalah rekayasa yang tidak bisa diselesaikan secara nyata atau *exact solution*[13].

Jumlah persamaan menggunakan metode elemen hingga pada umumnya adalah cukup besar sehingga perhitungan dengan metode ini perlu dilakukan dengan menggunakan komputer. Mesh yang lebih kecil dan halus membuat akurasi lebih tinggi tetapi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan simulasi akan lebih lama [15]. Hal ini untuk menghemat waktu dan biaya serta agar hasil yang didapat bisa akurat.

Jadi, prinsip utama dari metode elemen hingga adalah membagi suatu benda menjadi beberapa bagian (biasanya berbentuk jala) dengan jumlah terbatas. Bagian-bagian ini akan berbentuk segitiga atau segiempat linear yang disebut dengan elemen, tiap-tiap elemen akan disatukan dengan nodal (*node*) [4].

Pembagian elemen (*meshing*) yang digunakan harus bisa mendapatkan hasil yang terbaik. Maka, perlu dilakukan penyesuaian jumlah elemen dengan hasil yang didapat sehingga menghasilkan *error* yang kecil [12]. Tipe *Mesh* elemen yang digunakan dalam simulasi ini adalah *mesh* jenis *Multizone* dan *hex dominant method*.



Gambar 3. Konvergensi *Mesh* dengan 7 kali simulasi

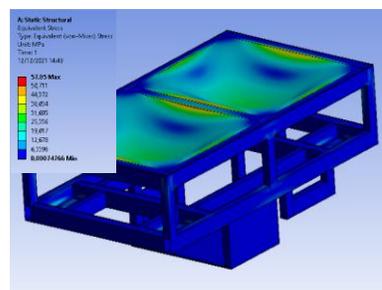
Gambar 3.1 menunjukkan hasil konvergensi *mesh* yang telah dilakukan sebanyak 7 kali simulasi maka didapat *mesh* yang konvergen dimulai dari simulasi keenam. Analisis simulasi ini dianggap konvergen karena memiliki perubahan *error* yang lebih kecil dengan ditandai tegangan yang terjadi cenderung memiliki perbedaan yang lebih kecil pada simulasi berikutnya.

3.2 Analisis Tegangan pada Chassis

Tegangan von Mises adalah tegangan tarik uniaksial yang dapat menghasilkan energi distorsi yang sama dengan yang dihasilkan oleh kombinasi tegangan yang bekerja. Tegangan von Mises digunakan untuk memprediksi hasil material yang mengalami pembebanan kompleks [14].

Kriteria von Mises menganggap bahwa peluluhan material ulet dimulai ketika invarian kedua dari tegangan deviasi mencapai nilai kritis. Kriteria ini adalah bagian dari teori plastisitas yang paling baik diterapkan pada bahan ulet, seperti beberapa logam. Sebelum menghasilkan, respons material dapat diasumsikan sebagai perilaku elastis nonlinier, viskoelastik, atau liniertegangan von Mises disebut juga sebagai tegangan setara (*equivalent*) [4].

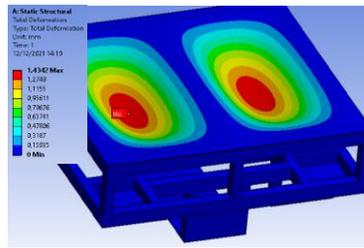
Hasil simulasi pada *chassis* khususnya dibagian *plate* robot AGV menunjukkan bahwa nilai tegangan maksimal yang terjadi yaitu sebesar 57,05 MPa pada titik nodal 11304. Berdasarkan material yang digunakan adalah *plate steel* ST 37 yang memiliki Tegangan *yield* 215 Mpa. Dapat dilihat pada Gambar 4. dibagian yang berwarna merah.



Gambar 4. Hasil Simulasi *Chassis* Robot AGV (*Stress*)

3.3 Analisis Deformation pada Chassis

Deformasi yaitu perubahan fisik dari suatu benda dikarenakan adanya gaya atau beban yang diterima. Deformasi juga dibagi menjadi dua jenis yaitu deformasi elastis dan deformasi plastis. Deformasi elastis merupakan perubahan fisik dari suatu benda akibat adanya gaya atau beban dan akan kembali ke bentuk awal saat gaya atau beban ditiadakan. Sementara itu deformasi plastis merupakan perubahan fisik suatu benda secara tetap, walaupun gaya atau beban sudah dihilangkan. Dalam perancangan suatu alat tentu saja yang digunakan adalah deformasi elastis sebab tegangan maksimum dibatasi di bawah *yield strength*. Gambar 3.3 merupakan hasil simulasi pada *chassis* khususnya dibagian *plate* robot AGV menunjukkan bahwa *deformation* maksimal yang terjadi pada bagian yang berwarna merah yaitu sebesar 1,43 mm pada titik node 15932.



Gambar 5. Hasil Simulasi *Chassis* Robot AGV (*Deformation*)

Berdasarkan simulasi pembebanan mengalami tegangan maksimum Von Mises dan juga displacement yang berbeda. hal ini menjadi acuan buat kita menentukan posisi pembebanan mana yang berpotensi mengalami tegangan terbesar, sehingga kita dapat menentukan titik-titik kritis dari desain *frame* AGV ini.

3.4 Pengujian Secara Langsung

Dalam pengujian ini dilakukan yang bertujuan untuk memastikan apakah rencana yang dibuat dapat dilakukan, sepenuhnya terdokumentasi, peralatan dan sistem yang dibutuhkan tersedia pada waktunya, rencana yang dibuat dapat dan berhasil sesuai hasil simulasi. proses pengujian menggunakan *dial indicator* dikarenakan alat ukur ini memiliki tingkat kepresisian yang lebih tinggi di banding dengan alat ukur lainnya.

Sebelum melakukan pengujian terlebih dahulu pada *chassis* di buatkan sebuah wadah yang berguna untuk meletakan sebuah beban agar beban berada di tempat yang di inginkan karena proses pengujian beban yang dilakukan secara distribusi atau merata, maka untuk bagian pembebanan yang sangat bagus untuk pembebanana secara distribusi yaitu menggunakan media pasir karena pasir merupakan material yang memiliki tingkat kesolidan yang cukup tinggi serta dapat mengisi kekosongan pada ruang-ruang. Pada proses pengujian *dial indikator* diletakan di bagian tengah-tengah pada *chassis* khususnya pada bagian *flats* pada bagian penopang atas. Dapat dilihata pada gambar 6.



(a)



(b)

Gambar 6. (a) Proses Peletakan *Dial Indicator*, dan (b) Proses Pengujian

Proses pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali percobaan untuk di masing-masing massa beban yang berbeda-beda. Untuk pembebanan itu sendiri di mulai dari beban 10 kg hingga beban 40 kg. Hasil pengujian beban yang dibuat oleh penullis yang melakukan pengujian secara real dilapangan dapat dilihat pada Tabel 4 sampai Tabel 5.

Pada proses pengujian dipembebanan 10 kg, pada proses pengujian secara aktual atau langsung didapatkan nilai deformasi hampir mendekati dengan hasil simulasi. Pada hasil simulasi pada *chassis* yang menggunakan *software Ansys* 18.1 khususnya dibagian *flats* robot AGV menunjukkan bahwa *deformation* maksimal yaitu sebesar 0,47 mm. Sedangkan pada proses pembebanana secara aktual atau langsung di dapatkan hasil rata-rata dengan nilai deformasi sebesar 0,4. Oleh karena itu pembebanan aktual ini bisa hampir mendekati hasil simulasi dikarenakan media pasir masih sedikit mengandung bebatuan koral bahkan hampir tidak mengandung bebatuan koral sehingga pada proses bebebanaan semua rongga dapat terisi penuh dan lebih secara merata. Dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Percobaan Beban di 10 Kg

No	Percobaan di beban	Deformation	Rata-Rata
1	10	0,45	0,46
2	10	0,47	
3	10	0,47	

Pada proses pengujian pembebanan di 20 kg, pada proses pengujian secara aktual atau langsung didapatkan nilai deformasi hampir mendekati dengan hasil simulasi. Pada hasil simulasi pada *chassis* yang menggunakan *software Ansys 18.1* khususnya dibagian *flute* robot AGV menunjukkan bahwa *deformation* maksimal yaitu sebesar 0,95 mm. Sedangkan pada proses pembebanana secara aktual atau langsung di dapatkan hasil rata-rata dengan nilai deformasi sebesar 0,91. Oleh karena itu pembebanan aktual ini hampir mendekati hasil simulasi dikarenakan media pasir masih sedikit mengandung bebatuan koral sehingga pada proses beebanan semua rongga dapat terisi penuh dan lebih secara merata . Bisa di lihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Percobaan Beban di 20 Kg

No	Percobaan di beban	Deformation	Rata-Rata
1	20	0,91	0,91
2	20	0,91	
3	20	0,93	

Pada proses pengujian dipembebanan 30 kg, pada proses pengujian secara aktual atau langsung didapatkan nilai deformasi hampir mendekati dengan hasil simulasi. Pada hasil simulasi pada *chassis* yang menggunakan *software Ansys 18.1* khususnya dibagian *flute* robot AGV menunjukkan bahwa *deformation* maksimal yaitu sebesar 1,43 mm. Sedangkan pada proses pembebanana secara aktual atau langsung di dapatkan hasil rata-rata dengan nilai deformasi sebesar 1,36. Oleh karena itu pembebanan aktual ini sudah tidak lagi mendekati hasil simulasi dikarenakan media pasir sudah mulai mengandung bebatuan koral sehingga pada proses beebanan terdapat beberapa bagian rongga tidak terisi yang mengakibatkan pembebanan tidak merata sempurna dan nilai deformasi aktual tidal lagi mendekati hasil simulasi yang di pengaruhi oleh bebatuan koral tersebut dan juga dipengaruhi dari faktor ketika ketika sedang melakukan proses penuangan beban pasir di wadah pembebanan yang mengakibatkan *chassis* dapat bergerak sehingga *dial indicator* tidak berada tepat di tengah-tengah atau titik yang sudah di tandai sebelumnya. Dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Percobaan Beban di 30 Kg

No	Percobaan di beban	Deformation	Rata-Rata
1	30	1,36	1,36
2	30	1,37	
3	30	1,35	

Pada proses pengujian dipembebanan 40 kg, pada proses pengujian secara aktual atau langsung didapatkan nilai deformasi hampir mendekati dengan hasil simulasi. Pada hasil simulasi pada *chassis* yang menggunakan *software Ansys 18.1* khususnya dibagian *flute* robot AGV menunjukkan bahwa *deformation* maksimal yaitu sebesar 1,91 mm. Sedangkan pada proses pembebanana secara aktual atau langsung di dapatkan hasil rata-rata dengan nilai deformasi sebesar 1,77. Oleh karena itu pembebanan aktual ini sudah tidak lagi mendekati hasil simulasi dikarenakan media pasir sudah banyak mengandung bebatuan koral sehingga pada proses beebanan terdapat beberapa bagian rongga tidak terisi yang mengakibatkan pembebanan tidak merata sempurna dan nilai deformasi aktual tidal lagi mendekati hasil simulasi yang di pengaruhi oleh bebatuan koral tersebut dan juga dipengaruhi dari faktor ketika ketika sedang melakukan proses penuangan beban pasir di wadah pembebanan yang mengakibatkan *chassis* bergerak sehingga *dial indicator* tidak berada tepat di tengah-tengah atau titik yang sudah di tandai sebelumnya. Dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Percobaan Beban di 40 Kg

No	Percobaan di beban	Deformation	Rata-Rata
1	40	1,78	1,77
2	40	1,75	
3	40	1,80	

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan oleh penulis didapatkan hasil data sebagai berikut, dari data yang didapat penulis dapat membandingkan data pengujian simulasi dengan menggunakan *software ansys* dan secara *actual*, sehingga penulis bisa menghitung berapa ke *erroran* di masing-masing pembebanan. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi saat pengujian yaitu faktor dari proses penuangan beban yang mengakibatkan *chassis* bergerak sehingga *dial indicator* tidak berada tepat di tengah-tengah atau titik yang sudah di tandai sebelumnya dan faktor dari beban itu sendiri yang mengandung bebatuan koral. Tabel pengujian pensimulasian menggunakan *ansys* dapat lihat pada Tabel 8 pengujian beban. Dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 8. Perbandingan Hasil Pengujian Beban

Beban (kg)	Deformasi	Hasil Experimen	Error (%)
10	0,47	0,46	2,17
20	0,95	0,91	4,39
30	1,43	1,36	5,14
40	1,91	1,77	7,90

4. Kesimpulan

Dari pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa *chassis* AGV berdimensi total 600 mm x 440 mm x 180 mm. bahan yang dipakai untuk membuat *chassis* AGV yaitu *Steel* ASTM A501 dan *plate* ST 32, ukuran besi hollow 20 mm x 20 mm x 0,8 mm, dan ketebalan plat 0,8 mm. kemudian pengelasan yang digunakan dalam proses fabrikasi yaitu pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding) dengan menggunakan filler RD-260 E6013 dengan diameter filler 2 mm. dan jenis *chassis* dipilih dan disesuaikan dengan kebutuhan karena memiliki beberapa keuntungan yaitu: kemudahan dalam pengoprasian, bahan material besi lebih murah, lebih rigid dibandingkan dengan aluminium dan plastik, dan perawatan dan juga perbaikan lebih mudah karena menggunakan bahan material yang dijual secara komersial.

Pada nilai tegangan von-mises maksimum untuk beban 30 kg yang dihasilkan adalah 57,05 Mpa, sedangkan nilai total deformasi maksimal yang dihasilkan adalah sebesar 1,43 mm. Nilai *safety factor* pada tegangan *von-mises* terbesar adalah sebesar 3,76, dan setelah dibandingkan dengan hasil simulasi menggunakan *ansys* dan dari proses pengujian secara *actual* tingkat keorrannya di bawah dari 10% sehingga bisa jadi acuan buat optimasi pengembangan *chassis* AGV selanjutnya.

5. Daftar Pustaka

- [1] Murti, B. B., Sarwono, T., Apriaskar, E., & Fahmizal, F. (2020). Desain Robot Holonomic berbasis Roda Mecanum dengan Arm Manipulator. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 16(3).
- [2] Meng, F., & Wei, D. (2021, March). Design of the AGV Trolley for Transporting the Drip Irrigation Belt Roll. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1820, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.
- [3] Ab Razak, M. S., Rasit, K. H. M., Nuri, N. R. M., & Rashid, M. Z. A. (2016). Structural design and analysis of autonomous guided vehicle (AGV) for parts supply. *Proceedings of Mechanical Engineering Research Day, 2016*, 58-59.
- [4] Su'udi, M., & Ansori, A. (2013). RANCANG BANGUN SISTEM REM CAKRAM SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PRAKTEK CHASSIS. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 1(01), 103-106.
- [5] Kaloutsakis, G., Tsourveloudis, N., & Spanoudakis, P. (2003, December). Design and development of an automated guided vehicle. In *IEEE International Conference on Industrial Technology, 2003* (Vol. 2, pp. 990-993). IEEE.
- [6] Purnomo, A., Burhanuddin, Y., & Harun, S. (2014). Perancangan Dan Pembuatan Struktur Mekanik Sistem Inspeksi Visi. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(1).

- [7] de Oliveira, H. D. B. C. L., Campilho, R. D. S. G., & Silva, F. J. G. (2019). Design of a modular solution for an autonomous vehicle for cargo transport and handling. *Procedia Manufacturing*, 38, 991-999.
- [8] Rahmadiyanto, A. U., & Widyanto, S. A. (2015). Rancang Bangun Bodi Mobil Tipe Urban Concept Berpenumpang Tunggal Dengan Kapasitas Maksimum 70 Kg. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), 85-92.
- [9] Suprpto, R. K. N., & Wibawa, L. A. N. (2021). Desain dan Analisis Tegangan Rangka Alat Simulasi Pergerakan Kendali Terbang Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Mesin ITI*, 5(1), 19-28.
- [10] ABADI, Z. (2015). *EVALUASI RANCANGAN FRAME AUTOMATIC GUIDED VEHICLE (AGV) DENGAN RODA MECANUM MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- [11] Kirono, S., & Amri, A. (2011). Pengaruh Tempering Pada Baja St 37 Yang Mengalami Karburasi Dengan Bahan Padat Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1).
- [12] Kumbhar, P. M., Ballal, Y. P. & Pawar, G. B., 2015. Various Material Handling Systems in Foundry: A Review. *IEEE*, II(5), pp. 373-378.
- [13] Banks, J., J.S. Carson II, B.L. Nelson, & D.M. Nicol, 2004, „Discrete-Event System Simulation, 4th ed.“. Prentice-Hall.
- [14] Suprpto, R. K. N., & Wibawa, L. A. N. (2021). Desain dan Analisis Tegangan Rangka Alat Simulasi Pergerakan Kendali Terbang Menggunakan Metode Elemen Hingga. *JTM-ITI (Jurnal Teknik Mesin ITI)*, 5(1), 19-28.
- [15] Ahmad, S., Yeong, C. F., Su, E. L. M., & Tang, S. H. (2014). Improvement of automated guided vehicle design using finite element analysis. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 607, pp. 317-320). Trans Tech Publications Ltd.