

PERANCANGAN ALAT PENGANGKUT SAMPAH OTOMATIS

Jihan Ananda Putra, Muchammad Oktaviandri

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Batam, Jl. Kampus Abulyatama No. 5 Batam Center,
Batam, 29464, Indonesia

Abstrak

Perkembangan teknologi dan modernisasi peralatan elektronik telah menyebabkan terjadinya perubahan yang mendasar di dalam aktivitas manusia sehari-hari, di mana manusia selalu menginginkan segala sesuatunya serba otomatis, praktis dan fleksibel. Era globalisasi saat ini waktu dan tenaga sangat berarti sehingga pemakaiannya begitu diperhatikan agar seefektif dan seefisien mungkin. Manusia dituntut untuk bekerja lebih cepat dan efisien dalam mencapai tujuan yang diinginkan. Dengan perkembangan teknologi yang kian pesat, unjuk kerja peralatan elektronik pun semakin meningkat dan mendorong manusia mencari inovasi baru dalam penyediaan fasilitas dan sarana untuk mencapai tujuan tersebut. Tujuan perancangan alat ini adalah : merancang sebuah alat kerja yang mampu menggantikan pekerjaan ringan yang secara rutinitas selalu dilakukan setiap hari, namun bersifat Sementara. Pada beban maksimum yang ingin di uji adalah 2 kg dengan material besi alumunium 6061 dengan kekuatan angkat hingga 2 kg. Alat kerja ini dirancang hanya dengan 1 model. Dengan diameter P 50 x L 30 pada bagian rangkanya. Dimensi dari alat uji ini adalah panjang 50 cm, Lebar 30 cm dan tinggi 16 cm. Penggerak berupa motor DC seri 8000 RPM 9V 68 mA *High Torque Magnetic Cylindrical Mini DC Motor*, dan pada alat pengangkut menggunakan motor servo *TSD E6001 - Analog Servo 6kg RC model Car Airplane Motor Servo* dengan arus 12 V dan kekuatan angkat 9 kg per unit.

Kata-kata kunci : *alat angkut, robotik, alat angkut sampah, sistem otomatis*

Abstract

Technological development and modernization of electronic equipment has led to fundamental change in the day-to-day human activities, where people always want things completely automated, practical and flexible. This globalization era, time and energy considered in order to effectively and efficiently as possible. Humans are required to work more quickly and efficiently to achieve the desired objectives. With the increasingly rapid technological development, the performance of electronic equipment is increasing and encouraging people to look for new innovations in the provision of facilities and that means to achieve these objectives. The design objectives are: designing work tools that can replacing light work which is routine always done every day, but it is terminable. With a maximum load that you want to test is 2 kg with 6061 aluminum metal based of materials with strength lift up to 2 kg. Work tools are designed only to 1 models. With diameter P 50 x L 30 on the chassis. The dimensions of this test is the length of 50 cm, width 30 cm and 16 cm high. Mover in the form of a DC motor series 68 mA 9V 8000 RPM Magnetic High Torque Mini DC Motor Cylindrical, and the conveyance using TSD E6001 servo motors Servo 6kg -Analog RC Airplane Motor Servos Car models with current 12 V and lifting force of 9 kg per unit.

Keywords : *transportation, robotics, garbage transporter, automatic systems*

1. Pendahuluan

Dengan perkembangan teknologi yang kian pesat, unjuk kerja peralatan elektronik pun semakin meningkat dan mendorong manusia mencari inovasi baru dalam penyediaan fasilitas dan sarana untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Pada proses pengenalannya, sistem otomatis lebih umum disebut dengan sistem kerja robot. Sistem otomatis atau robotik berguna bagi manusia dalam menjejakan pekerjaan tertentu, untuk melakukan pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus dan juga

membutuhkan tingkat ketelitian yang digerakan dengan sistem program dan sensor.

Sebuah alat mekanik atau suatu mesin yang dibangun dari sistem mekanik-elektronik (mekatronik) yang terprogram atau terkontrol secara otomatis sehingga dapat menggantikan fungsi manusia dalam membantu pekerjaannya pada berbagai bidang dan dapat meminimalisasi tenaga manusia serta meningkatkan unjuk kerja dalam waktu yang singkat, dengan biaya yang minimum dan tingkat keamanan yang tinggi, dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan

dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan sebagai kecerdasan buatan.

Dalam menciptakan sebuah robot, seorang perancang harus mengetahui juga tentang alat kerja yang digunakan sesuai dengan kebutuhan, dan dalam kehidupan sehari-hari permasalahan yang ada adalah pencemaran lingkungan. Salah satu yang menyebabkan lingkungan tercemar adalah sampah. Sampah adalah masalah yang tidak ada habisnya, karena selama kehidupan masih berlangsung maka sampah pasti akan diproduksi dengan sendirinya, maka dari itu, penulis mendapatkan sebuah gagasan berupa membuat sebuah perancangan alat, dimana alat ini nanti dapat meringankan pekerjaan seseorang dalam pekerjaannya, penulis menuangkan gagasan tersebut dalam sebuah perancangan alat pengangkut sampah otomatis, dimana penulis mendapatkan tantangan. Dan tantangan tersebut yang terjadi adalah bagaimana cara merancang sebuah *robot* sederhana dengan kendali otomatis namun dapat difungsikan sebagai alat pengangkut sampah. Dengan perancangan alat pengangkut sampah otomatis ini diharapkan dapat memberikan motivasi sedikit besarnya untuk mahasiswa teknik mesin bahwa mahasiswa teknik mesin juga dapat merancang serta membuat sistem penggerak otomatis.

2. Metode Penelitian

Uraian Umum

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang didefinisikan sesuai dengan keinginan, kegunaan, dan didistribusikan untuk melakukan tujuan yang sebagaimana diinginkan. Definisi dan fungsi lain dari *robot* adalah:

- a. Suatu mesin yang dirancang untuk menggantikan peranan manusia dalam mengerjakan banyak hal secara otomatis
- b. Robotika adalah ilmu yang mempelajari tentang *robot* meliputi beberapa disiplin ilmu yaitu elektronika, mekanik, kontrol, komputer, dan pemesinan.
- c. *Robot* dapat diaplikasikan pada berbagai macam bidang dan tempat, mulai dari industri, perkantoran, rumah sakit, militer, perdagangan, bisnis dan perumahan.

Robot yang digunakan pada perindustrian digunakan untuk mengangkat material, mengangkut material, melakukan pekerjaan yang memiliki tingkat kepresisian tinggi, untuk pembersihan limbah beracun, penjelajahan bawah laut, pertambangan, serta melakukan tugas seperti menyusun dan merapikan benda pada tempatnya.

Pada teorinya penggerak otomatis adalah robot, penyebutan umum demikian diterapkan, karena ciri-ciri serta proses kerjanya sama, maka kendali otomatis adalah robot. *Robot* dirancang untuk mempermudah pekerjaan manusia, bukan hanya pekerjaan berat saja, pekerjaan ringan seperti menyapu, membuang sampah, mengangkat barang, dan lainnya.

Robot dijalankan juga dengan proses pengendalian, sistem kendali ini dibagi menjadi dua, yaitu :

- a. *Robot* Kendali Otomatis
Dapat bergerak sendiri berdasarkan perintah-perintah yang dituliskan dalam program. *Robot* jenis ini dapat mengetahui kondisi lingkungan disekitarnya karena dilengkapi oleh sensor.
- b. *Robot* Teleoperasi
Bergerak berdasarkan perintah-perintah yang dikirimkan secara manual, baik dengan cara penggunaan kabel maupun tidak menggunakan kabel.

Tingkat Teknologi *Robot* dibagi menjadi tiga, yaitu :

- a. *Robot* Teknologi Rendah
Banyak digunakan dalam lingkungan industri untuk pekerjaan seperti penyambungan (las), pengepresan material, perakitan sederhana, mesin pemasang dan pelepas, dan untuk pengangkatan barang. Karakteristik:
 - Memiliki siku 2 sampai 4 siku
 - Beban kerja, maksimum 2kg
 - Waktu siklus, tergantung atas 2 faktor, yaitu: beban kerja dan panjang lengan manipulator. Memiliki waktu siklus yang cukup tinggi yaitu 5 sampai 10 sekon.
 - Ketelitian, berkisar 0,050 sampai dengan 0,025mm.
 - Aktuasi dapat dicapai menggunakan hidrolik, elektrik dan *pneumatic*, menggunakan motor listrik karena harganya tergolong lebih murah.
- b. *Robot* Teknologi Menengah
Umumnya digunakan untuk pekerjaan mengambil dan meletakkan serta sebagai mesin pemasang dan pelepas. Dan memiliki kerumitan yang lebih tinggi.
- c. *Robot* Teknologi Tinggi
Umumnya digunakan untuk menggantikan seluruh tugas manusia, contoh : menyapu, membuang sampah, menyusun barang, membawa barang, bahkan ada yang mampu mendarakan mobil serta membedakan

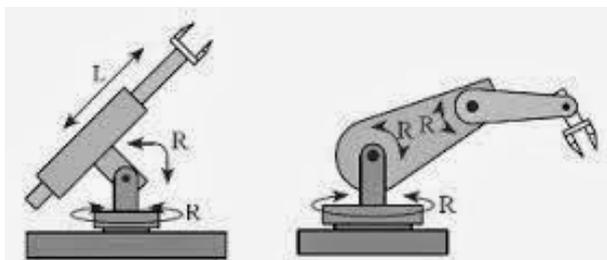
objek. Dan memiliki kerumitan yang jauh lebih tinggi.

Klasifikasi Robot

1. Non Mobile Robot

Robot yang dirancang untuk tidak dapat berpindah posisi dari posisi satu tempat ke tempat lainnya, sehingga robot tersebut hanya dapat menggerakkan beberapa bagian dari tubuhnya dengan fungsi tertentu yang telah dirancang.

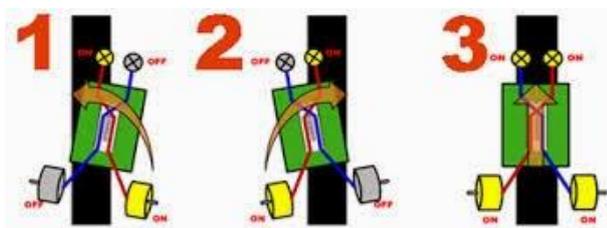
Tipe dasar dari jenis yang digunakan dalam industri, yaitu *Revolute Joint* (R) atau perputaran pada sumbu tertentu, dan *Prismatic Joint* (P) atau pergerakan sepanjang sumbu tertentu.



Gambar 1. Sistem pergerakan Non Mobile Robot

2. Mobile Robot

Mobile robot bergerak atau robot mobile adalah robot yang memiliki ciri khas khusus, robot jenis ini memiliki jenis *actuator* berupa roda yang data menggerakkan badan robot secara keseluruhan, sehingga mampu berpindah dari satu titik ke titik lain.



Gambar 2. Robot Line Follower

3. Gabungan Non Mobile Robot dan Mobile Robot

Robot jenis ini merupakan penggabungan dari seluruh fungsi-fungsi yang dimiliki robot jenis non mobile dan mobile robot sehingga dapat melengkapi kekurangan dari fungsi robot non mobile dan mobile robot.

Efisiensi dan Transmisi

Transmisi adalah salah satu dari sistem pemindah tenaga dari mesin ke diferensial kemudian ke poros *axle* yang mengakibatkan roda dapat berputar dan menggerakkan robot agar berjalan maju, yang berfungsi mendapatkan variasi momen dan kecepatan sesuai dengan kondisi jalan dan kondisi pembebanan, yang pada umumnya dengan menggunakan perbandingan-perbandingan roda gigi, namun untuk mereduksi putaran sehingga diperoleh kesesuaian tenaga motor dengan beban dari robot beserta beban yang akan diangkat.

Efisiensi menurut SP Hasibuan (1984;233-4) “Efisiensi adalah perbandingan yang terbaik antara *input* (masukan) dan *output* (hasil antara keuntungan dengan sumber-sumber yang dipergunakan), seperti halnya juga hasil optimal yang dicapai dengan penggunaan sumber yang terbatas. Dengan kata lain hubungan antara apa yang telah diselesaikan.”

1. Rancang Sistem Penggerak

Sistem penggerak robot menggunakan motor listrik *Direct Current* (DC) dengan daya 12 volt, dari motor listrik dc tersebut otak utama pada penggerak roda pada alat angkut sampah otomatis ini. Motor dc merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar *impeller* pompa, fan atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain-lainnya. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, kipas angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan dinamo ditunjukkan dalam persamaan berikut :

Gaya elektromagnetik:

$$E = K\Phi N$$

Torque:

$$T = K\Phi I_a$$

Dimana:

E = gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal dinamo (volt)

Φ = flux medan yang berbanding lurus dengan arus medan

N = kecepatan dalam RPM (putaran per menit)

T = torque elektromagnetik

I_a = arus dinamo

K = konstanta persamaan

2. Rancang Sistem Roda

Pada sistem roda, alat angkut sampah otomatis menggunakan dua jenis roda, berbahan karet dan berbahan dasar plastic. Roda karet yang lentur dengan asumsi agar pada saat alat angkut sampah otomatis berjalan, kecepatan putaran motor dapat dijaga dengan kondisi ban yang lentur serta berbahan dasar plastik agar mudah pada saat alat angkut sampah otomatis berbelok

kearah yang akan dituju. Sedangkan roda plastik ditempatkan pada roda bagian depan. Roda plastik bergerak bebas, dikarenakan alat angkut sampah otomatis ini menggunakan sensor bagian bawah rangka yang berfungsi sebagai pembaca garis, maka putaran roda dari motor tidak boleh terlalu cepat atau terlalu tinggi. Dikarenakan pada saat putaran roda terlalu tinggi, putaran roda tidak stabil, dan akan membuat alat angkut sampah otomatis tidak bergerak sempurna.

3. Rancang Sistem Pengangkut

Alat angkut sampah otomatis ini menggunakan aluminium dengan tebal 3mm sebagai pondasi pada penempatan garpu pengangkat tempat sampah, dan juga diaplikasikan sebagai penyangga pada jarak antara garpu kanan dan garpu kiri agar tahan terhadap berat beban yang akan diangkat dan juga aluminium digunakan agar pondasi dari alat angkut tetap berdiri kokoh, tidak mudah goyang dan bengkok.

Sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang pada pin kontrol motor servo. Motor servo mampu bekerja dua arah (*Clock Wise* dan *Counter Clock Wise*) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM (*Pulse width modulation*). Sinyal pwm adalah teknik ampuh untuk mengontrol sirkuit *analog* dengan *output digital processor*.

4. Rancang Sistem Transmisi

Pada alat praktikum alat angkut sampah otomatis menggunakan motor listrik dc dan sistem transmisinya menggunakan baut yang dialihfungsikan menjadi sebuah poros. Sama dengan sistem penggerak, sistem transmisi disini dipisahkan agar mempermudah dalam proses uji coba jalan. Pada roda depan, digunakan roda yang tidak memiliki poros, atau *flexible wheel*, dimana berfungsi mempermudah alat angkut sampah otomatis pada saat berbelok, namun kondisinya dengan membawa beban pada tempat sampah.

5. Pemilihan Motor

Dalam merancang sebuah alat yang digunakan untuk bergerak atau berputar selalu menggunakan mesin dengan sumber penggerak, yaitu motor atau sejenisnya. Motor penggerak memiliki berbagai macam jenis. Dalam ulasan ini penulis memilih motor dc dan motor servo sebagai media pengaturan kecepatan dan daya motor sebagai penggerak. Dikarenakan motor dc merupakan suatu motor yang mempunyai *Rotor* atau *armature*, sebuah koil di mana arus listrik mengalir dan *Stator* yang menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektromagnet) ataupun magnet permanen.

Dan penulis juga memilih Motor *stepper* yang banyak digunakan untuk aplikasi-aplikasi yang menggunakan torsi yang kecil, seperti penggerak pada piringan disket

atau piringan CD. Motor *stepper* hanya mempunyai kumparan pada statornya, sedangkan bagian rotornya merupakan magnet permanen. Dengan model seperti ini, motor *stepper* dapat diatur posisinya untuk berada pada posisi tertentu dan berputar kearah yang diinginkan (searah jarum jam atau sebaliknya). Kecepatan motor *stepper* pada dasarnya ditentukan oleh kecepatan pemberian data pada komutatornya. Semakin besar data yang diberikan maka semakin cepat pula putaran pada motor.

Proses Perancangan

Pada alat praktikum ini dibutuhkan rancangan konstruksi yang ideal sesuai standart agar mudah diproses dan aman ketika digunakan. Konstruksi dari alat praktikum dalam karya akhir ini meliputi rangka pada alat angkut sampah, sistem penggerak roda transmisi dan sistem pengangkatan pada motor servo.

Rangka akan dibuat menggunakan dasar aluminium ukuran Panjang 500 x 300 x 165 mm dan tebal plat 3mm. Rangka dibangun dengan bentuk persegi empat, dengan panjang 500 mm, tinggi ± 240 mm dan lebar rangka 300 mm. Proses penyambungan dan penyambungan poros ke motor ataupun ke komponen lainnya menggunakan metode rivet joint namun dengan menggunakan bolt dan nut.

Pemilihan metode rivet joint ini dipilih karena dalam proses pengerjaan sangat mudah dan efisien, dan juga dari segi penggunaan alat, alat yang digunakan sangat umum dan sangat mudah didapat.

Pada perancangan rangka hal yang harus diperhatikan adalah kepresisian dari rangka itu sendiri, rangka yang baik adalah rangka yang presisi, tidak bengkok, tidak mengalami cacat dan tidak retak. Rangka memiliki peranan sangat penting dalam rancang kontruksi, rangka dapat disamakan sebagai badan dari sebuah alat yang akan dirancang. Rangka adalah sebagai penentu awal dari sebuah proses perancangan, perancangan kontruksi yang paling mendasar adalah keseimbangan dari titik berat, yang berfungsi sebagai metode untuk penetapan titik beban, penetapan tiang penyangga, penetapan struktur komponen tambahan, penetapan lubang untuk baut, serta penetapan alat angkut dan garpu pengangkat.

3. Tinjauan Pustaka

Pada proses awalnya, seorang perancang harus memulai merancang sebuah alat dengan cara mengumpulkan informasi mengenai alat yang akan dirancang, kegunaan dari pengumpulan informasi adalah agar seorang

perancang mengetahui proses apa yang terlebih dahulu harus perancang lakukan. Proses selanjutnya, penentuan spesifikasi dari alat angkut sampah otomatis, secara menyeluruh perancang harus menentukan dan menetapkan spesifikasi yang mendasar pada alat angkut sampah otomatis lalu dilanjutkan dengan perhitungan poros, perhitungan daya, perhitungan rangka, perhitungan beban yang akan diangkat oleh alat angkut.

Saat perhitungan beban telah dikalkulasikan menyeluruh, dilanjutkan dengan pemilihan material yang akan ditetapkan pada rangka, material pada alat angkut, material pada penyangga, dan material pada garpu dari alat angkut. Dilanjutkan dengan merancang alat, dalam tahap merancang sebuah alat, seorang perancang harus membuat gambar kerja sebagai acuan kepada seorang perakit, yang berfungsi untuk pedoman pada seorang perakit untuk merakit alat tersebut sesuai dengan gambar yang ditetapkan oleh seorang perancang.

Acuan dari gambar kerja ini adalah seluruh material yang telah dihitung dan telah ditetapkan dari pemilihan material awal. Setelah seluruh perhitungan mengenai poros, motor dan alat angkut serta pemilihan material yang telah ditetapkan, hasil dari perhitungan dan disesuaikan dengan pemilihan material juga telah seimbang, hasil perhitungan tersebut digunakan untuk memilih motor dc dan motor servo, tujuannya agar pada saat penentuan motor dc dan motor servo, tidak terjadi kesalahan pada proses pemilihan, dikarenakan ketika seorang perancang salah dalam perhitungan dan pemilihan motor yang tepat, alat angkut tidak akan dapat mengangkat beban yang sudah ditetapkan, dan pada pemilihan motor dc sebagai alat penggerak pada roda.

Setelah perhitungan pada motor dc dan melihat hasil dari perhitungan motor dc sudah benar, maka seorang perancang dapat menentukan daya yang tepat untuk digunakan pada poros roda. Agar roda berfungsi sebagaimana mestinya, dikarenakan mobile robot berfungsi sebagai alat angkut sampah otomatis yang bergerak maju, mundur, berbelok ke kiri dan kanan, dan fungsi dari roda sangatlah besar untuk mobile robot ini, maka perhitungan pada daya motor yang tepat dan pemilihan material pada roda yang tepat akan menghasilkan gerakan yang sesuai dengan apa yang telah disepakati oleh seorang perancang tetapkan.

Diagram Alir Perancangan Alat

Pengangkut Sampah



Gambar 3. Diagram Alir Perancangan Alat Angkut Sampah Otomatis.

Pemilihan Jenis Material

Menggunakan material aluminium dengan bentuk persegi empat karena sangat efisien dalam penempatan komponen serta bentuk dari sistem penggerak yang didasari dari bentuk sistem kerja mobil dan sistem kerja alat angkut material, Forklift. Perancangan terhadap suatu material dilakukan dengan mengambil sampel dari material itu sendiri yang mempunyai sifat mekanik, dimana sifat material tersebut berbeda dengan sifat material berbahan dasar plastik. Karena tidak semua material dapat dilakukan perancangan dengan skala yang sebenarnya. Perancangan alat angkut sampah otomatis ini memiliki spesifikasi alat yang rencana akan dibuat :

- Panjang = 500 mm
- Lebar = 300 mm
- Tinggi = 240 mm

Prinsip Kerja Alat

Sistem kerja alat angkut sampah otomatis ini dengan menghidupkan motor listrik dengan putaran 270 RPM (Revolutions Per Minutes) yang akan meneruskan daya

melalui poros yang terhubung dengan roda, dan penghubung antara roda dan motor menggunakan baut horizontal yang berfungsi sebagai poros dan pada motor sendiri terdapat poros orisinil bawaan dari motor, dan poros tersebut dikaitkan dengan ban menggunakan side screw, sehingga roda tersebut tidak akan berputar dengan roda lainnya.

Dengan alat bantu berupa motor dc, motor servo dan arduino mega, maka robot akan diketahui berapa putaran yang akan terjadi pada setiap transmisi, sehingga dengan mengetahui hal tersebut, maka perancang akan dapat mengetahui putarannya dan juga akan mengetahui juga berapa daya yang dibutuhkan serta daya yang dipindahkan melalui transmisi tersebut. Alat angkut sampah otomatis ini merupakan alat yang memperagakan sistem transmisi yang mampu memindahkan benda berupa tempat sampah dari kekuatan kerja motor dc, motor servo dan pada sistem pemrogramannya. Pada cara pemindahan daya yang berada dari titik awal yaitu pada motor dc yang di bolting dengan side screw pada poros motor orisinil, motor tersebut juga setelah diertatkan dengan baut yang dialih fungsikan menjadi poros penyangga roda, maka motor dc tersebut yang mampu memindahkan daya dari poros motor orisinil ke poros penyangga roda. Daya motor dc adalah 12 Volt. Dengan kapasitas pengangkatan yang diinginkan adalah 2 kg.

Prosedur Perancangan

1. Material Alat Angkut Sampah Otomatis

Alat angkut sampah otomatis ini dirancang sebagai media angkut material dengan beban minimum namun berada pada banyak tempat yang berfungsi untuk mempermudah tugas seseorang dalam mengangkat tempat sampah yang penuh dengan sampah, dan membawa tempat sampah yang kosong. Pemilihan bahan ini berdasarkan atas standar ASTM (*American Standard Testing and Material*) yang sudah ditentukan.

2. Pemilihan Beban Untuk Alat Yang Dirancang

Pada perancangan alat angkut sampah otomatis ini, berat beban pada setiap tempat sampah diberikan sebuah beban berupa pemberat dari beban yang akan diangkat adalah kurang lebih 2 kg, dengan berat tempat sampah kurang lebih 100 gram. Total berat keseluruhan pemberat adalah kurang lebih 2 kg. Pada tahap selanjutnya berat pembebanan yang telah disepakati untuk dirancang adalah 2 kg.

Tahapan Proses Perancangan Alat Angkut Sampah Otomatis

Pokok-pokok perancangan yang dilakukan pada alat angkut sampah otomatis ini meliputi hal-hal, sebagai berikut:

1. Merancang kerangka.
2. Kalkulasi putaran RPM (revolutions per minute) agar dapat memastikan kekuatan daya angkat dan daya gerak dari motor dc dan motor servo.
3. Menghitung efisiensi kekuatan dari poros serta mengkalkulasikan dengan membandingkan antara beban kerangka dan motor seperti yang didapat dari buku referensi.
4. Menghitung daya dan efisiensi mekanis dari perancangan poros dengan motor pada bagian badan atau rangka.
5. Menghitung daya dan efisiensi kekuatan dari alat angkut beserta kekuatan tarik dari motor servo.

Sebelum dilakukan perancangan adapun hal-hal yang harus diperhatikan yaitu : mempersiapkan semua referensi untuk melakukan perancangan serta teori yang di butuhkan saat merancang, memastikan ulang rancangan awal, mempersiapkan gambar kerja, dan menghitung secara menyeluruh komponen yang akan digunakan.

1 Perencanaan poros.

Sebelum memulai perancangan lebih lanjut kita harus menghitung daya yang bekerja pada poros.

Rumus yang digunakan adalah :

$$P_p = F_c \times P_s \quad (1)$$

Dimana :

P_p = Diameter Poros

F_c = Faktor Koreksi

P_s = Daya Poros

Sedangkan untuk menghitung diameter poros, dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\tau_a = (5,2.T) / [(d_p)^3]$$

$$\tau_a = 18\% \times \text{UTS Poros}$$

$$= 18\% \times \text{UTS} = (5,1.T) / [(d_p)^3]$$

$$D_p^3 = (5,1 \times T) / (0,18 \times \text{UTS})$$

$$D_p^3 = \sqrt[3]{(5,1.T) / (0,18 \times \text{UTS})}$$

$$D_p^3 = \sqrt[3]{(28,3.T) / \text{UTS}} \quad (2)$$

Dimana:

T_a = Tegangan yang diizinkan

D_p^3 = Diameter Poros (mm)

T = Torsi (N.m)

UTS = Tegangan Tarik Maksimum Material (Mpa)

2. Menentukan Kecepatan Motor.

Hal paling penting dalam menentukan kecepatan motor adalah faktor kecepatan output yang dihasilkan, sedangkan kecepatan output pun tergantung pada kapasitas mesin beserta beban yang ada pada mesin itu sendiri, seberapa banyak beban yang mampu untuk

dipindahkan dalam satuan waktu. Setelah mempertimbangkan dari beberapa motor yang ada di lapangan saat ini kebanyakan menggunakan kecepatan rata-rata, oleh karena itu penulis mengacu kepada hal tersebut untuk diterapkan pada alat angkut sampah otomatis yang kami buat bersama. Rumus yang digunakan :

Hubungan antara horse power, torsi dan kecepatan.

$$\begin{aligned} \text{HP} &= (T \times n) / 25250 \\ T &= (5252 \cdot \text{HP}) / n \\ n &= (5252 \cdot \text{HP}) / T \end{aligned} \tag{3}$$

Dimana :

- T = Torsi Motor (dalam lb/ft)
- n = Kecepatan putar motor (rpm)
- HP = Daya kuda motor (HP = 746 watt)
- 5252 = Konstan

3. Menentukan Daya Motor

Daya motor ini tergantung pada besarnya dan pada jenis beban yang akan dibawa oleh mesin atau alat. Semakin besar beban yang akan ditanggung oleh mesin atau alat, semakin besar daya motor yang akan dibutuhkan pada mesin tersebut. Beban yang dimaksud termasuk rugi gesekan transmisi, dan juga impact saat loading beban. Rumus yang digunakan :

$$P_m = f_c \times P_p \tag{4}$$

Dimana :

- P_m = Daya Motor
- P_p = Daya Poros
- F_c = Faktor koreksi

4. Perancangan Kesejajaran Dudukan Motor Dengan Roda.

Perancangan kesejajaran antara dudukan motor dilakukan dengan menggunakan mistar dan siku dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a) Bagi dudukan motor menjadi dua bagian sebelah kiri dan sebelah kanan .
- b) Lalu letakkan mistar sebelah sisi samping dudukan motor.
- c) Lakukan pencatatan ketinggian untuk dudukan motor dan dudukan poros roda.
- d) Jika dudukan motor tidak sama dengan ukuran ketinggian maka dilakukan perbaikan dudukan agar ukuran sama.

Tabel 1. Perancangan kesejajaran antara dudukan motor dan dudukan poros

Nama	Dudukan Motor	Dudukan Poros Roda
Hasil mm	46 mm	46 mm
Spesifikasi mm	46 mm	46 mm

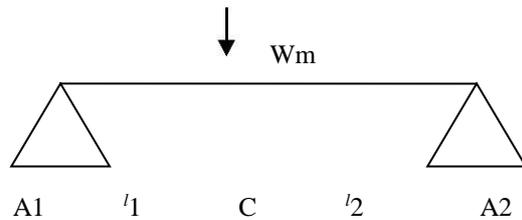
5. Perancangan Penyangga Tambahan Pada Garpu Alat Angkut.

Digunakan sebagai penahan agar nilai kekuatan dari garpu pada saat proses pengangkatan bertambah. Penambahan penyangga garpu memiliki diameter panjang 210 mm, diameter baut 3 mm, dan panjang baut 12 mm. Contoh perhitungan beban statis :

1) Distribusi beban statis

Beban mesin didistribusikan ke sisi kanan dan sisi kiri rangka, dengan data sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W_m &= 5 \text{ kg} \\ l_1 = l_2 &= 16,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

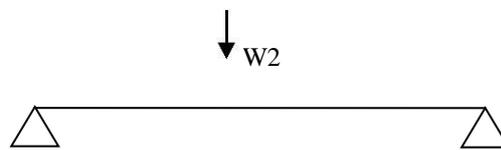


$$\begin{aligned} \Sigma M_{A1} &= 0 \\ l_1 = l_2 & \\ W_m \cdot A_2 \cdot (l_1 + l_2) &= 0 \\ 5 \cdot 16,5 - A_2 \cdot 34 &= 0 \\ A_2 &= \frac{82,5}{34} \\ A_2 &= 2,426 \text{ kg} \\ \Sigma M_B &= 0 \\ A_1 &= A_2 = 2,426 \text{ kg} \\ M_C &= 2,426 \cdot 12 \\ &= 32,75 \text{ kg.cm} \end{aligned} \tag{5}$$

2) Beban didistribusikan ke kanan dan ke kiri

Beban di penampang 2 adalah beban sebesar 6 kg, karena beban ini diterima 2 penampang maka beban dibagi 2, jadi beban yang digunakan untuk mengkalkulasi beban dipenampang 2 adalah :

$$\begin{aligned} W_2 = 6 \text{ kg} : 2 &= 3 \text{ kg} \\ l_1 = l_2 &= 12 \end{aligned}$$

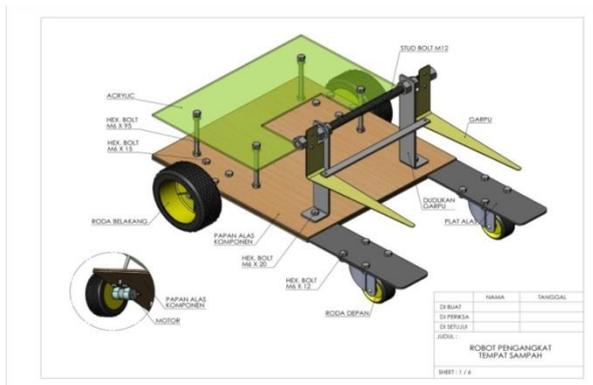


$$\begin{aligned} \Sigma M_A &= 0 \\ W_2 \cdot l_1 - B_2 \cdot (l_1 + l_2) &= 0 \\ 3 \cdot 12 - B_2 \cdot 26 &= 0 \\ B_2 &= \frac{36}{26} \\ B_2 &= 1,38 \text{ kg} \\ 1 \cdot B_1 &= B_2 = 1,38 \text{ kg} \\ M_C &= 1,38 \cdot 12 = 16,56 \text{ kg.cm} \end{aligned} \tag{6}$$

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data Acuan

Perancangan yang akan dilakukan pada alat angkut sampah otomatis dapat dilakukan dengan mengacu pada gambar dibawah ini :



Gambar 4. Alat Angkut Sampah Otomatis.

Perhitungan Jumlah Baut Yang Digunakan Pada Alat Angkut Sampah Otomatis

Tabel 2. Jumlah Baut

Jenis Baut	Panjang Baut	Jumlah Baut
Side Screw M3	2,55 mm	4 Ea
Baut M10	40 mm	18 Ea
Baut M10	100 mm	4 Ea
Baut M8	110 mm	2 Ea
Baut M3	100 mm	4 Ea

Perhitungan Keseluruhan Dari Alat Angkut Sampah Otomatis

1. Menghitung Efisiensi Putaran Motor DC

- Interupsi eksternal mendeteksi 240 lubang dalam waktu 1 menit.
 1 Putaran = 4 Lubang / menit
 1 Menit = 60 detik
 240 / 4 = 60 putaran atau 60 RPM
 Efisiensi eksternal ini adalah proses dimana alat pengangkut dapat berjalan tanpa beban dengan normal dan stabil pada 60 RPM.
- Interupsi eksternal mendeteksi 180 lubang dalam waktu 30 detik.
 30 detik = 30/60 = 0,5 menit
 180 / 4 = 45 putaran dalam 30 detik
 45 / 0,5 = 90 RPM
- Interupsi eksternal mendeteksi 60 lubang dalam waktu 200 mS.
 200 mS = 200 / 60000 = 0,00333333 menit
 60 / 4 = 15 putaran dalam 200 mS, maka

$$15 / 0,0033333 = 4500,045 \text{ RPM}$$

- Interupsi eksternal mendeteksi 100 lubang dalam waktu 1 S.

$$1 \text{ S} = 1 / 60 = 0,016667 \text{ menit}$$

$$100 / 4 = 25 \text{ putaran dalam 1 S, maka}$$

$$25 / 0,016667 = 1.499,97 \text{ RPM}$$

2. Menghitung Luas Permukaan Rangka

Luas Keliling Rangka :

Panjang = $X1 = \frac{1}{2} \times 50 \text{ cm} = 25 \text{ cm}$
 Lebar = $Y1 = \frac{1}{2} \times 30 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$
 Luas Bidang = $50 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} = 1500 \text{ cm}^2$.

Rumus Perhitungan Tebal Rangka :

$$H = 0,8 \cdot P$$

$$H = 0,8 = \text{Konstan}$$

P = Tebal Rangka Yang Diperkirakan.

$$H = 0,8 \cdot 3,00 = 2,4 \text{ mm}$$

3. Menghitung Gaya Akibat Pemberat

Beban 2 kg

$$P = m \cdot g$$

$$P = 2 \text{ kg} \times 9,8 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$P = 19,6 \text{ N}$$

4. Menghitung Daya Motor Dc

$$Pv = Fc \times Ps$$

$$Pv = 6 \times 104,66$$

$$Pv = 628 \text{ Watt atau } 0,628 \text{ kW}$$

Daya yang dihasilkan 1 motor dc adalah 0,628 kw. Dikarenakan alat angkut sampah otomatis ini menggunakan dua unit motor dc, maka daya yang dihasilkan dikalikan 2 dan hasilnya adalah 1,256 kW, yang dapat dikonversikan menjadi 1256 N atau jika dikonversikan menjadi daya adalah :

$$1 \text{ KW} = 1,34 \text{ HP}$$

Maka 1,256 kW adalah 1.6836461126005362 HP
 Dan dapat dibulatkan menjadi 1.6837 HP.

5. Menghitung Diameter Poros

$$Dp^3 = \frac{5,1 \times T}{0,18 \times UTS}$$

$$Dp^3 = \frac{5,1 \times 0,5}{0,18 \times 365.10^6}$$

$$Dp^3 = \frac{\sqrt[3]{2,55}}{65,7 \times 10^6}$$

$$Dp^3 = \sqrt[3]{3,88 \times 10^{-8}}$$

$$DP = 0,00388 \text{ m}$$

$$DP = 3,88 \text{ mm dibulatkan menjadi } 4 \text{ mm} \quad (7)$$

6. Perhitungan Poros

Massa yang akan diterima poros belakang 2 kg.

$$F = \text{massa} \cdot \text{gravitasi}$$

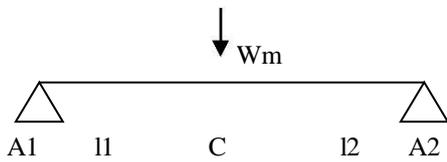
$$F = 2 \text{ kg} \times 9,81 = 19,62 \text{ N}$$

$$W = \frac{19,62}{6} = 3,27 \text{ N/cm}$$

Beban mesin didistribusikan ke sisi kanan dan sisi kiri rangka:

$$W_m = 2 \text{ kg}$$

$$l_1 = l_2 = 27 \text{ cm}$$



$$\Sigma M_{A1} = 0$$

$$l_1 \cdot W_m - A_2 \cdot (l_1 + l_2) = 0$$

$$2.27 - A_2 \cdot 34 = 0$$

$$A_2 = \frac{54}{34}$$

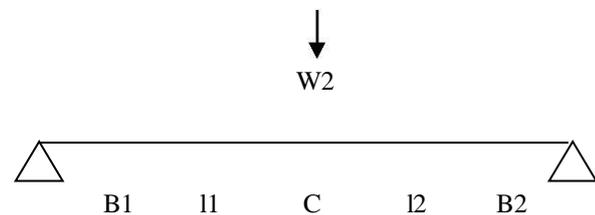
$$A_2 = 1,588 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$A_1 = A_2 = 1,588 \text{ kg}$$

$$MC = 1,588 \times 13,5 = 21,43 \text{ kg.cm} \quad (8)$$

Beban didistribusikan ke kanan dan ke kiri. Beban di penampang dua adalah beban pengemudi sebesar 2 kg, karena beban ini diterima dua penampang maka beban dibagi dua, jadi beban yang digunakan untuk mengkalkulasi beban dipenampang dua.



$$\Sigma M_A = 0$$

$$W_2 = 2 \text{ kg} : 2 = 1 \text{ kg}$$

$$l_1 = l_2 = 13,5$$

$$W_2 \cdot l_1 - B_2 \cdot (l_1 + l_2) = 0$$

$$1 \cdot 13,5 - B_2 \cdot 26 = 0$$

$$B_2 = \frac{13,5}{26}$$

$$B_2 = 0,52 \text{ kg}$$

$$1 \cdot B_1 = B_2 = 0,52 \text{ kg}$$

$$MC = 0,52 \cdot 13,5 = 7,02 \text{ kg.cm} \quad (9)$$

Dari data tersebut didapatkan jarak titik berat dari poros roda depan

$$L_f = \frac{m \cdot L}{m}$$

$$= \frac{4.1420}{122}$$

$$= 4,655 \text{ mm}$$

Jarak titik berat dari poros roda belakang

$$L_r = \frac{m_f \cdot L}{m}$$

$$= \frac{2.1420}{122}$$

$$= 23,27 \text{ mm} \quad (10)$$

7. Rumus Perhitungan Torsi Baut Pada Alat Pengangkat

$$T = r \cdot F$$

$$= 20 \cdot 2 = 40 \text{ Nm}$$

$$(1 \text{ Nm} = 0,74 \text{ lbf.ft} = 40 \text{ Nm} = 29,6 \text{ lbf.ft}) \quad (11)$$

8. Perhitungan Kekuatan Baut Poros Tambahan Interupsi eksternal mendeteksi 1072 lubang dalam waktu 1 menit :

$$1 \text{ Putaran} = 4 \text{ Lubang / menit}$$

$$1 \text{ Menit} = 60 \text{ detik}$$

$$1072 / 4 = 268 \text{ putaran atau } 268 \text{ RPM}$$

Maka tingkat kecepatan tanpa beban adalah : $268 \cdot 2 = 536 \text{ RPM}$

$$\text{Maka } power = \frac{6 \text{ N.m} \times 536}{5252} = \frac{35,376}{5252} = 0,612 \text{ Nm}$$

Beban angkat sebesar 2 kg, beban rangka 2 kg maka dari hasil keseluruhan pembebanan adalah 4 kg. Dengan jarak 10mm, Ø poros lubang motor 4mm, Ø OD (*Outside Diameter*) Baut 1,125 dan pada diameter roda sebesar 56 mm.

$$T = \frac{W_{tot} \cdot b \cdot d_1 \cdot d_2}{\text{Ø roda}}$$

Dimana :

- T = torsi mesin (Nm)
- w = beban keseluruhan (N)
- b = jarak pembebanan dengan pusat per putaran (m)
- d1 = Ø poros lubang motor
- d2 = Ø OD (*Outside Diameter*) Baut
- Diameter roda belakang = 56 mm

$$T = \frac{W_{tot} \cdot b \cdot d_1 \cdot d_2}{56}$$

$$\text{Torsi} = 4 \times 1 = 4 \text{ Nm}$$

$$= \frac{4 \text{ kg} \cdot 10 \text{ mm} \cdot 17 \cdot \text{Ø lubang baut } 1,125 \cdot \text{Ø OD baut}}{56}$$

$$= 13,660 \text{ Kg}$$

Hasil 13,660 kg untuk beban yang dapat diterima oleh satu *unit* motor dc. Dikarenakan alat angkut sampah otomatis menggunakan dua unit motor dc, di setiap satu roda menggunakan satu motor, maka:

$$T = \frac{W_{tot} \cdot b \cdot d_1 \cdot d_2 \cdot 2}{56}$$

$$\text{Torsi} = 4 \times 1 = 4 \text{ Nm}$$

$$= \frac{4 \text{ kg} \cdot 10 \text{ mm} \cdot 17 \cdot 1,125 \cdot 2}{56}$$

$$= 27,321 \text{ Kg} \quad (12)$$

Pada kalkulasi keseluruhan beban dengan rangka alat angkut sampah otomatis mampu mengangkat beban hingga 27,321 kg.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian alat angkut sampah sistem otomatis maka dapat disimpulkan bahwa pada saat seluruh komponen alat angkut sampah otomatis telah dirakit semua, dan pada saat motor dihidupkan, dan poros menerima daya putar dari poros motor maka poros tersebut yang telah disambungkan ke roda ban belakang maka alat angkut sampah sistem otomatis akan bergerak, dengan bantuan sensor, alat angkut sampah sistem otomatis akan mengikuti garis yang telah disiapkan. Pada proses kerjanya alat angkut sampah sistem otomatis akan diberikan beban dari beban sampah dan beban rangka.

Hasil dari teori dan aktual dari masing-masing perhitungan berat beban yang akan diangkat, sebagai berikut :

Hasil kalkulasi keseluruhan Alat Angkut Sampah Sistem Otomatis

- a. Pengukuran kesejajaran kedudukan motor dengan poros sebesar 4 mm
- b. Luas keliling rangka 1500 cm²
- c. Tebal rangka 3 mm
- d. Gaya akibat pemberat yang ditentukan sebesar 19,6 N
- e. Daya motor dc sebesar 628 Watt atau 0,628 kW
- f. Torsi yang dihasilkan motor dc sebesar 1.6837 HP.
- g. Diameter poros motor orisinil sebesar 4 mm
- h. Massa awal yang diterima oleh poros motor dc sebesar 3,27 N/cm
- i. Jarak titik berat roda depan sebesar 4,655mm
- j. Jarak titik berat roda belakang sebesar 23,27 mm
- k. Torsi pada alat angkat sebesar 29,6 lbf.ft
- l. Beban statis yang diterima oleh alat pengangkat sebesar 21,43 kg.cm
- m. Kekuatan poros tambahan sebesar 27,321 Kg

Dari hasil perhitungan yang didapat, dapat disimpulkan bahwa material yang digunakan beserta perhitungannya sangat aman digunakan, data hasil perhitungan juga telah dikalkulasikan faktor dari toleransi agar kemampuan alat yang akan dirancang melebihi beban yang akan diangkat, demi faktor keamanan alat pengangkut sampah otomatis maupun keamanan yang menggunakan alat dan yang berada disekitar alat pengangkut sampah otomatis tersebut.

Daftar Pustaka

- Fitri, Muhamad.2007. "Diktat Material Teknik". Batam. Universitas Batam.
- Gordon McComb.2001. "The Robot Builder's Bonanza". New York San Francisco Washington, Auckland Bogotá
- Groover, P Mikell.1996. "Fundamentals of Modern Manufacturing, Materials, Processes, and Systems", Bethlehem, Pennsylvania. Lehigh University.
- McKerrow, Phillip John, 1982, "Introduction to Robotics", Wollongong University. Australia.
- Mahdiy, 2013, "Perhitungan Pembebanan Pada Poros", termuat di: <http://mahdiy.wordpress.com>, diakses 18 Mei 2015.
- Pranata, A, D & Hartati, T, S, 2013, "Cara Pembuatan Robot Sederhana Tanpa Program", termuat di: <http://kanaksasak96.blogspot.com>, diakses 01 Juli 2015.
- Sudarmanto Saputra, 2014, "Cara Pembuatan Robot Sederhana Dari Barang Bekas Tanpa Program Untuk Pemula", termuat di: <http://www.robot-id.com>, diakses 03 Juli 2015.
- Toopay, 2010, "RPM Motor DC: Menghitung Kecepatan Dalam RPM", termuat di: <http://toopayz.blogspot.com>, diakses 30 Juni 2015.
- Yuli, A, 2013, "Membuat Mekanik Robot Sistem Roda Sederhana", termuat di: <http://dataiptek.blogspot.com>, diakses 25 Mei 2015.