

BAB III

METODOLOGI PERANCANGAN

3.1 Metode Perancangan

Perancangan ini dilakukan dengan menggunakan metode *General procedure in Machine Design*, yaitu melakukan studi literature dan studi lapangan untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber, kemudian membuat desain yang sesuai.

3.2 Tempat dan Waktu Perancangan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Otomasi Manufaktur – Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang tanggal 06 januari sampai 30 Desember 2014.

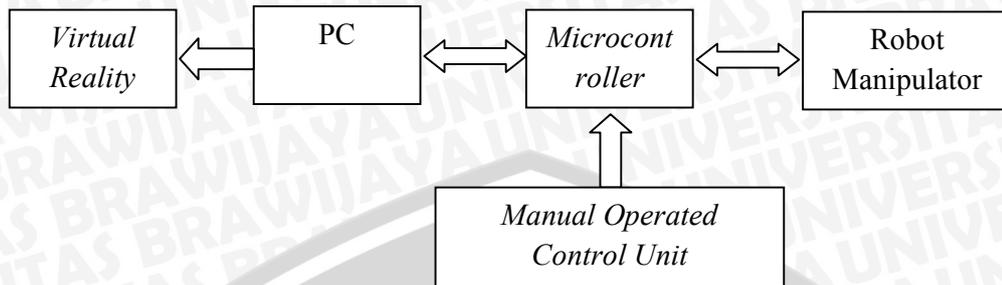
3.3 Prosedur Perancangan

Berikut ini adalah gambaran tentang robot manipulator dan langkah-langkah yang dilakukan dalam penyelesaian tugas akhir ini :

1. Rancang bangun manipulator, meliputi :
 - Desain dan produksi manipulator RTTR (4DOF)
 - Pemilihan aktuator untuk setiap *joint*
 - Pemasangan sensor untuk beberapa aktuator
 - Kendali multi aktuator dengan mikrokontroler
 - Perencanaan posisi untuk gerak tiap aktuator
 - Perhitungan kinematik manipulator
 - Simulasi *real-time* pergerakan manipulator
 - Representasi grafik posisi aktuator acuan dan aktual
 - Representasi grafik posisi *end-effector* acuan dan aktual
2. Pengujian sistem dan pengambilan data pada beberapa acuan waktu dan beban yang berbeda.
3. Analisa data dan penarikan kesimpulan.

3.4 Perancangan Manipulator

- Skematik Sistem Desain Robot Manipulator



Gambar 3.1 Skematik Sistem Desain Robot Manipulator

Dalam perancangan sebuah robot manipulator terdapat tiga aspek yang perlu diperhatikan, yaitu : robot manipulator (mekanik), *microcontroller*, dan robot manipulator simulation unit. Perancangan robot manipulator membutuhkan analisa hubungan gerak dengan *Denavit-hartenberg* untuk menentukan posisi *end effector* tepat pada benda kerja yang akan dipindahkan dan untuk menghindari tabrakan robot manipulator dengan benda disekitar *workspace*. Sedangkan analisa dinamik dibutuhkan agar dapat menentukan momen gaya dan torsi motor pada robot manipulator, sehingga gerakan robot manipulator sesuai dengan yang diharapkan. Pada microcontroller pemilihan aktuator, sensor serta komunikasi serial yang tepat mutlak dibutuhkan agar robot manipulator dapat bergerak sesuai yang diinginkan. Aspek simulasi robot manipulator membutuhkan analisa *CAD programming* serta *kinematic simulation*, untuk membandingkan antara gerakan robot manipulator secara nyata dengan simulasi, apakah terjadi perbedaan yang signifikan, serta sebagai penggerak otomatis dengan memasukkan nilai-nilai koordinat *joint*.

Untuk merancang sebuah manipulator ini perlu adanya tahapan-tahapan utama yang harus dilakukan, berupa :

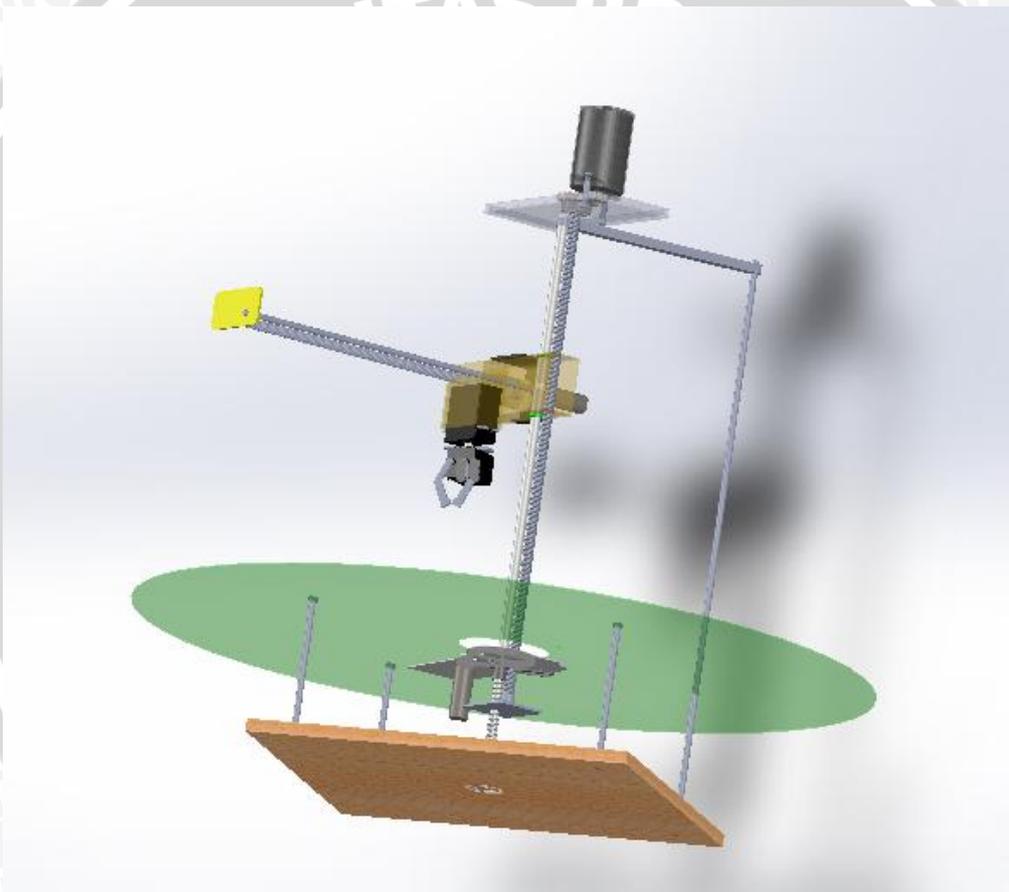
1. Desain Mekanik Manipulator
2. Sistem kontrol manipulator
3. *Virtual Reality*

Dalam perancangan sebuah robot manipulator mekanik diibaratkan sebuah tubuh atau bodi yang melakukan kerja, sedangkan sistem kontrol ibarat otak yang mengatur gerakan dari mekanik itu sendiri. Kedua bagian ini tidak dapat dipisahkan atau berdiri sendiri. Sedangkan *interface* merupakan bagian tambahan yang dibuat untuk membuat

tampilan robot manipulator lebih baik, serta sebagai pembanding *real time* gerakan robot manipulator secara real dengan simulasi.

3.4.1 Desain Mekanik Manipulator

Solid model dari mekanik manipulator dirancang dan dibuat per-bagian menggunakan program *CAD Solidworks*. Bagian-per-bagian/*parts* dari manipulator kemudian di-*assembling* sehingga membentuk solid model secara utuh. Pemilihan material dan tipe sambungan tiap *joint* dan *link* harus diperhatikan untuk mendapatkan struktur desain yang kokoh, hal ini mutlak diperlukan sehingga manipulator mampu mengangkat beban yang diharapkan. Berikut adalah desain 3D mekanik manipulator 4 *DOF* menggunakan *solidworks*.



Gambar 3.2 Solid Model 3 Dimensi Robot Manipulator

Dalam perancangan desain manipulator beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Material

Material yang digunakan perancangan komponen mekanik robot manipulator antara lain :

a. *Base*

Base merupakan *ground* atau dudukan dari manipulator, *base* tidak bergerak dan diasumsikan terletak pada koordinat $(0,0,0)$, dan merupakan *parent* tertinggi dalam manipulator. *Base* berfungsi untuk menopang seluruh bagian manipulator, sehingga diperlukan bahan material yang kuat agar manipulator dapat berdiri dengan kokoh dan goyang ketika mengangkat beban. Bahan yang digunakan yaitu material kayu karena, material kayu mempunyai berat yang tidak terlalu ringan dan berat. Bahan dari material kayu juga kuat untuk menahan beban yang cukup besar. Tetapi material kayu mempunyai kelemahan mudah rusak kalau tidak mendapat perawatan khusus.

b. *Link*

Bahan yang digunakan untuk setiap *link* yaitu material besi, mengingat material besi mempunyai kekerasan dan kekuatan yang cukup tinggi untuk menahan beban yang cukup besar. Kelemahan dari penggunaan material besi yaitu beratnya yang cukup tinggi sehingga harus memilih aktuator yang cukup besar untuk dapat menggerakkannya.

c. *Joint*

Bahan yang digunakan untuk *joint* 1 yaitu pelat, karena pelat mudah dibentuk dan mempunyai kekuatan yang cukup tinggi. Untuk *joint* 2 dan *joint* 3 menggunakan material aluminium. Material aluminium dipilih karena beratnya yang ringan serta kuat, mengingat untuk mengurangi beban yang harus diangkat oleh aktuator.

d. *Wrist*

Disebut *wrist*, karena karakter rotasinya mirip dengan pergelangan tangan manusia. Kemampuan rotasi sebesar 90 derajat. Pada ujung *wrist*, terdapat gripper yang berfungsi sebagai tangan penjepit. Material yang digunakan untuk *wrist* yaitu plastik, material *wrist* berasal dari motor servo yang juga sebagai aktuatornya.

e. Gripper

Material yang digunakan untuk gripper yaitu plastik, karena material plastik mudah dibentuk serta ringan. Ujung gripper dilapisi karet untuk menjaga beban yang dipindahkan tidak mudah terlepas.

2. Dimensi

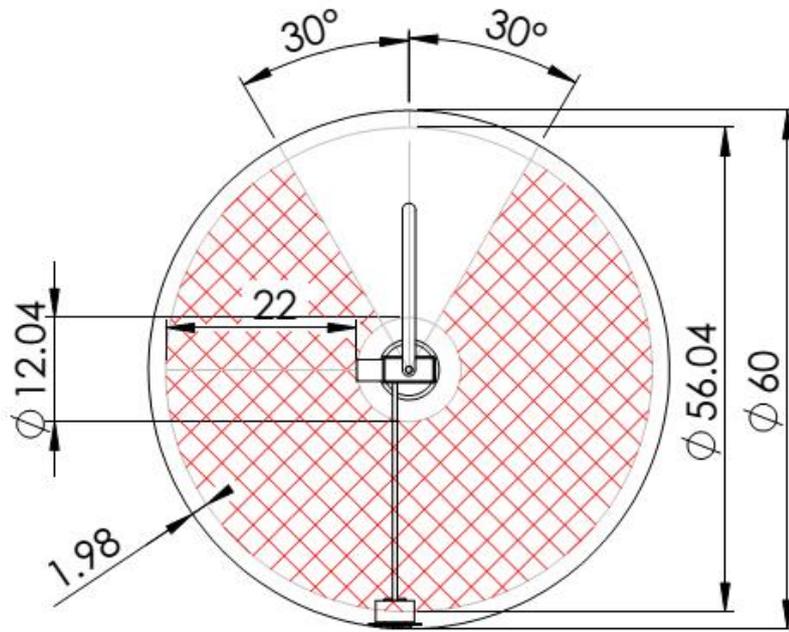
Desain robot manipulator mempunyai dimensi yang tidak terlalu besar, karena semakin besar desain manipulator maka aktuator dan tempat yang dibutuhkan juga semakin besar dan juga biaya yang dikeluarkan semakin besar pula. Detail dimensi rancang mekanik manipulator dapat dilihat di lembar lampiran.

3. Pemilihan aktuator

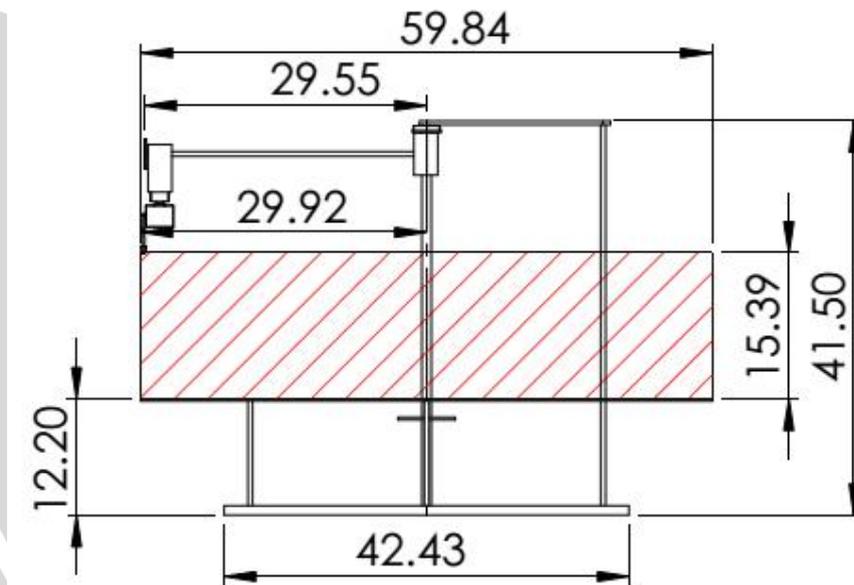
Perhitungan Dalam pemilihan aktuator yang akan digunakan harus sesuai dengan perhitungan besar beban yang akan dipindahkan serta berat dari manipulator itu sendiri. Pemilihan aktuator yang tepat diperlukan sehingga manipulator mampu bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Perhitungan momen gaya untuk menentukan manipulator (lampiran).

Dalam perancangan desain manipulator 4 *DOF* RTTR dapat diketahui daerah kerja (*workspace*) dari manipulator itu sendiri. *Workspace* robot manipulator ditentukan untuk mengetahui lingkup kerja manipulator, sehingga manipulator tidak bekerja diluar daerah yang ditentukan. Berikut merupakan *workspace* 2D dari robot manipulator 4*DOF* RTTR.





Gambar 3.3 *Workspace* Robot Manipulator Tampak Atas



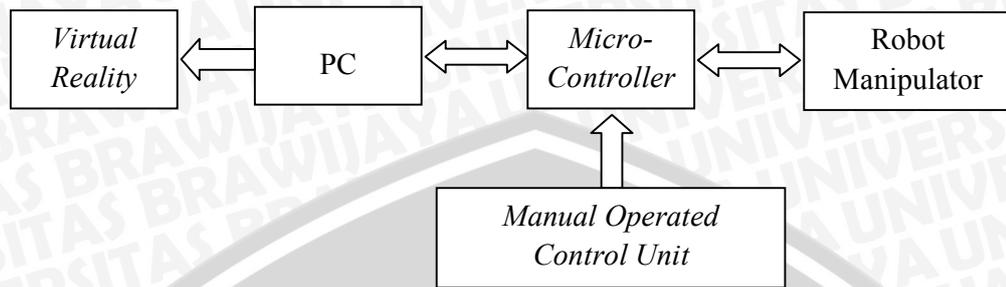
Gambar 3.4 *Workspace* Robot Manipulator Tampak Samping

3.4.2 Sistem Kontrol Manipulator

Sistem kontrol berfungsi untuk mengatur setiap gerakan dari sistem mekanik robot manipulator. Perancangan sistem kontrol yang baik perlu dilakukan sehingga

gerakan robot manipulator sesuai dengan yang diharapkan. Dalam mendesain sebuah system manipulator perlu dilakukan beberapa tahap yang harus dilakukan antara lain :

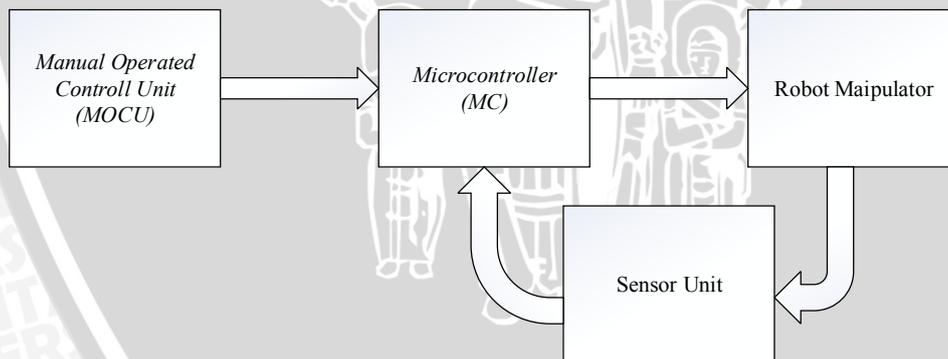
Skematik Sistem



Gambar 3.5 Skematik Sistem

Pada sistem robot manipulator *microcontroller* mengirimkan sinyal digital yang diperoleh dari *manual operated* ke robot manipulator, sehingga aktuator yang terdapat pada robot manipulator dapat bergerak sesuai yang diinginkan. *Microcontroller* juga menerima dan mengirimkan sinyal ke PC melalui *USB serial communication* untuk menggerakkan aktuator serta beberapa sensor yang ada agar robot manipulator bergerak sesuai dengan yang diperintahkan. *Virtual reality* robot manipulator difungsikan sebagai simulasi *real time* robot manipulator.

- *Manual Operated*

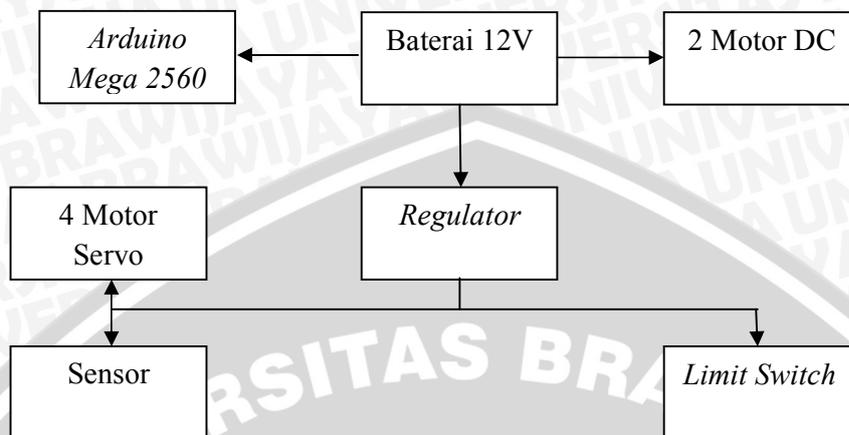


Gambar 3.6 *Manual Operated*

Manual operated mengirimkan sinyal ke microcontroller untuk melakukan tugas yang diinginkan. Microcontroller akan mengirimkan perintah ke robot manipulator melalui aktuator untuk melakukan gerakan yang diperintahkan oleh manual operated. Sensor unit akan ikut bergerak bersamaan dengan robot manipulator, dan akan mengirimkan sinyal ke microcontroller. Sinyal yang dikirimkan sebagai pembatas

gerakan robot manipulator, apakah gerakan yang diperintahkan sudah sesuai atau belum.

- Skematik Distribusi Daya

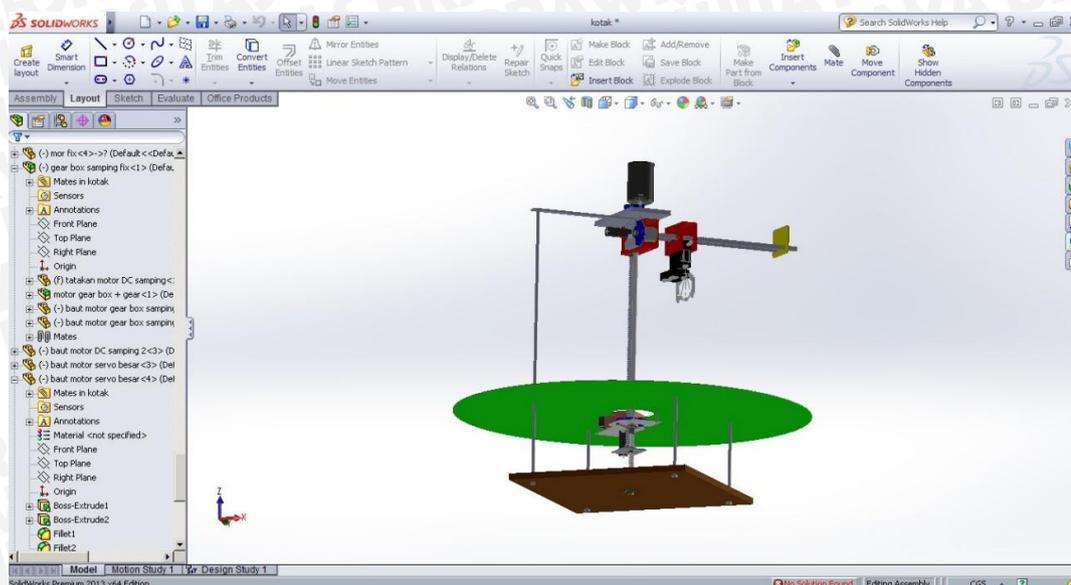


Gambar 3.7 Skematik Distribusi Daya

Sistem elektrik robot manipulator ini menggunakan tegangan sebesar 12 volt dari baterai atau AC to DC *adapter*. Tegangan kemudian dialirkan secara langsung pada Arduino Mega2560, regulator 5V dan motor DC. Regulator berfungsi sebagai penurun dan penyetabil tegangan dari 12V ke 5V, sehingga dapat digunakan digunakan untuk menggerakkan motor servo, sensor-sensor serta limit switch. Untuk mendapatkan torsi dan kecepatan motor DC (aktuator) yang diinginkan, tegangan yang dibutuhkan sebesar 12V, karena motor DC yang digunakan mempunyai tegangan maksimal sebesar 12V dilihat pada spesifikasinya.

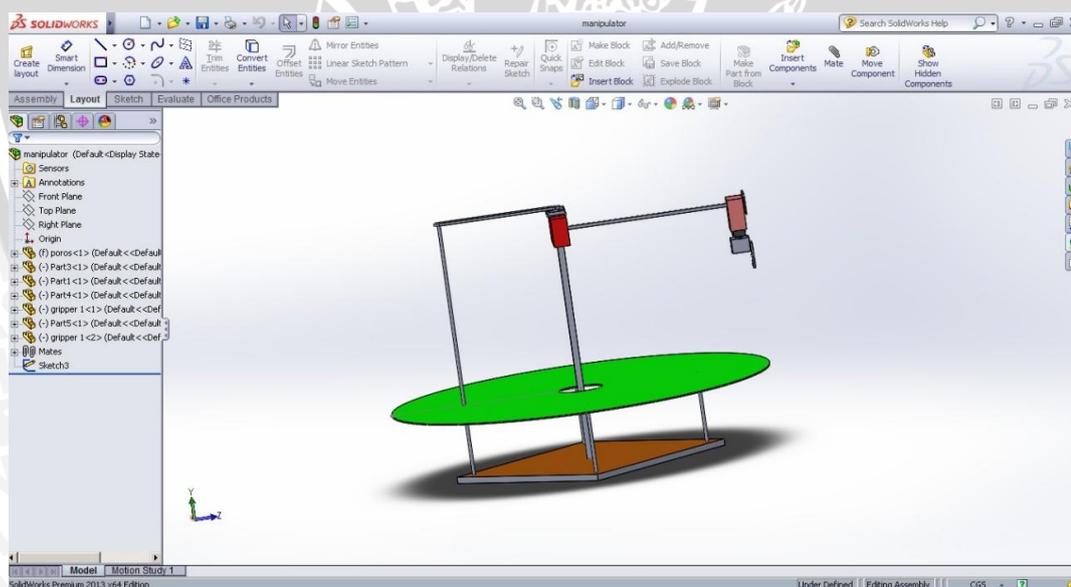
3.4.3 Desain Interface Manipulator

Pemodelan virtual sebagai interface menggunakan software *solidworks* dan *V-realm Builder*. untuk dapat memodelkan dalam bentuk gambar *CAD* 3 dimensi, parameter yang dibutuhkan adalah dimensi (ukuran) sesungguhnya dari robot manipulator tersebut. Setelah dimensi dan nama dari masing masing bagian dari manipulator ditentukan, langkah selanjutnya adalah tahap menggambar robot manipulator dengan *solidworks* dalam bentuk 3 dimensi.



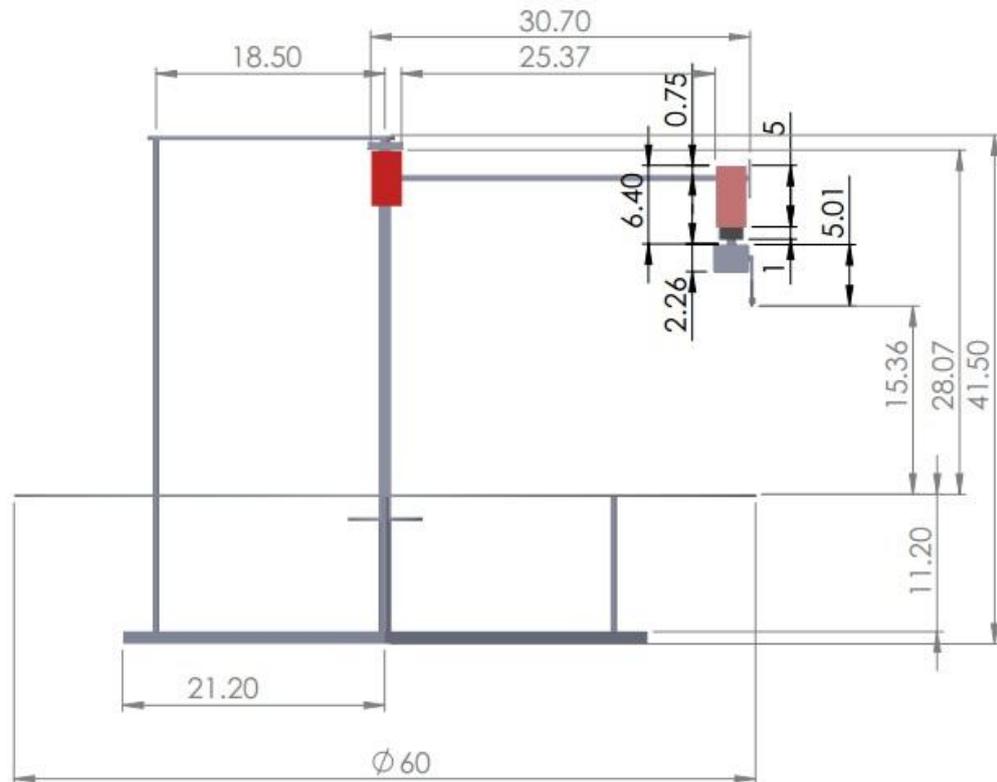
Gambar 3.8 Model robot manipulator CAD 3 dimensi

Model CAD diatas masih terlalu kompleks, dan akan banyak menghabiskan memori komputer sewaktu dilakukan *rendering*, pada saat simulasi (*running*). Oleh karena itu, diperlukan sebuah model yang lebih sederhana dan masih bisa mewakili baik dimensi maupun bentuk asli dari robot manipulator. Penyederhanaan gambar ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 3.9 Penyederhanaan model dengan mengurangi beberapa komponen

Penyederhanaan dilakukan tanpa merubah dimensi utama robot manipulator. Beberapa komponen tidak terlalu penting dihapus, agar *file* gambar *CAD* tidak terlalu besar. Penyederhanaan gambar harus dilakukan dengan hati-hati dengan mempertimbangkan banyak hal. Karena robot manipulator ini hanya dilakukan analisa kinematika, dimana *massa* benda tidak menjadi parameter hitungan, maka penyederhanaan *CAD* hanya mempertimbangkan dimensi model.



Satuan : cm

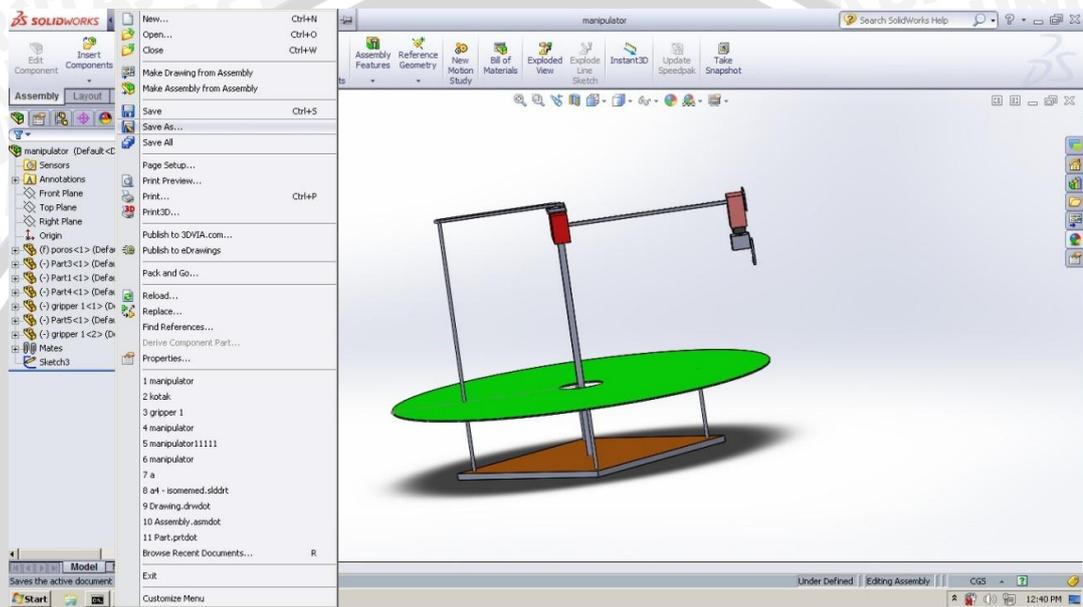
Gambar 3.10 Dimensi penyerdahaan model

Pada tahap akhir penggambaran, *CAD* robot manipulator harus ditempatkan pada sistem koordinat yang benar, untuk memudahkan proses simulasi dengan matlab. Hal lain juga menjadi acuan adalah perbedaan sistem koordinat yang dipakai *Solidworks*, *V-realm Builder*, dan *Matlab*.

Base merupakan *parent* tertinggi dalam konfigurasi robot manipulator. *Joint 1* adalah *children* dari *base* sekaligus *parent* untuk *joint 2*. Agar robot manipulator

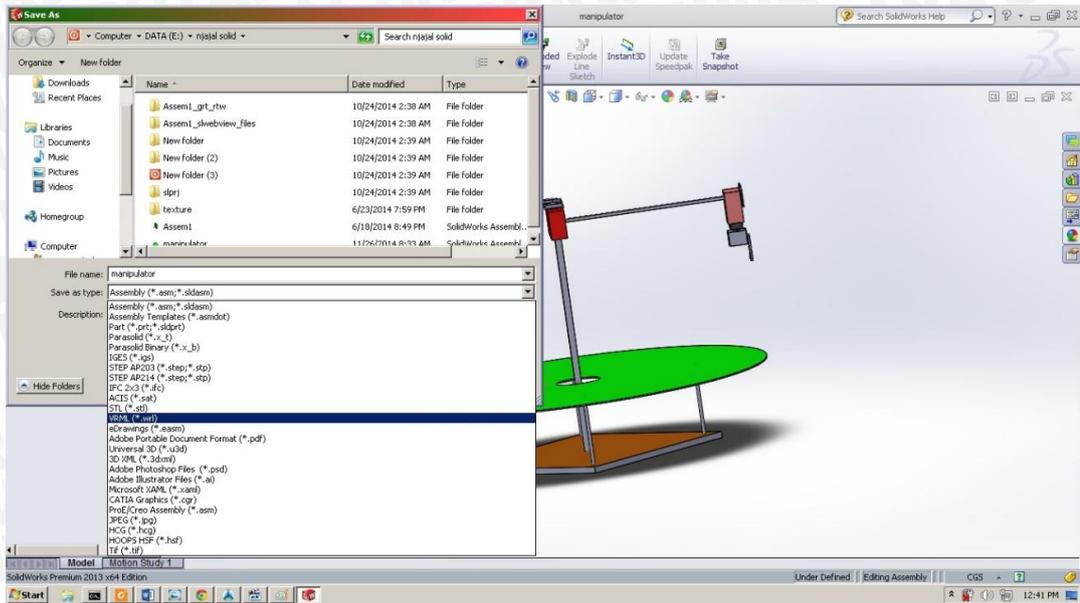
mempunya koordinat yang rapi, maka *base* ditempatkan pada titik koordinat (0,0,0). Langkah ini dilakukan dengan cara *moving* model *CAD* robot manipulator ke titik (0,0,0) dengan *Base* sebagai komponen acuan *moving*.

Matlab hanya bisa diintegrasikan dengan *file* gambar berformat *World (fle.wrl)*. Software gambar seperti *Solidworks* mempunyai fitur *export* langsung ke *file world*. Dari langkah diatas, langkah *export* ke dalam bentuk *world* dilakukan dengan beberapa step seperti berikut :



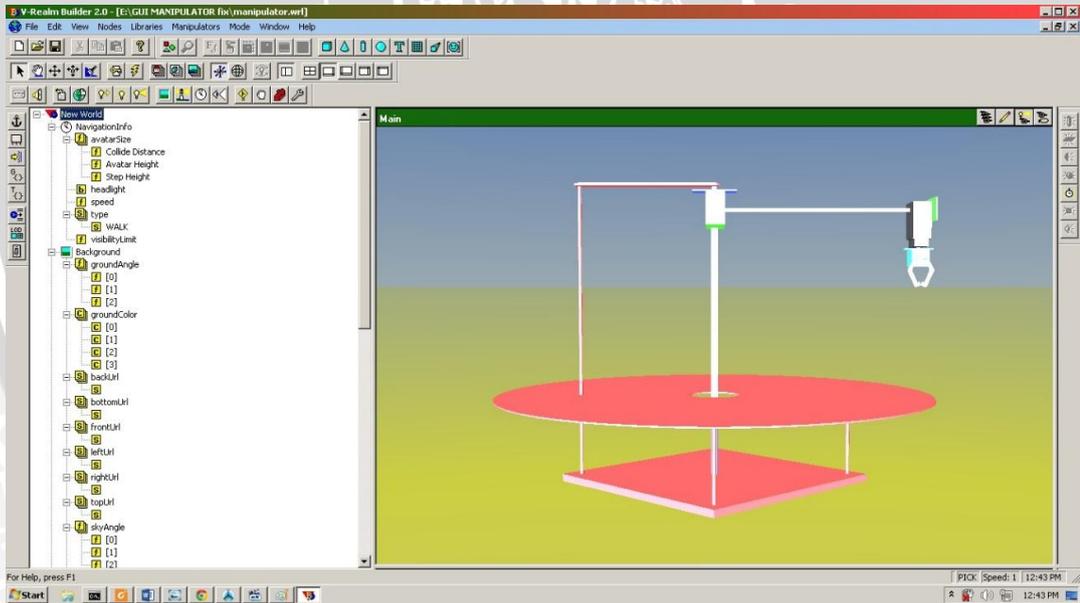
Gambar 3.11 Proses *save as file CAD*

Proses diatas menjelaskan step pertama *export file CAD* ke bentuk *world*. Karena *Solidworks* sudah terintegrasi dengan matlab, jadi proses *export* dapat digantikan dengan cara *save as*.



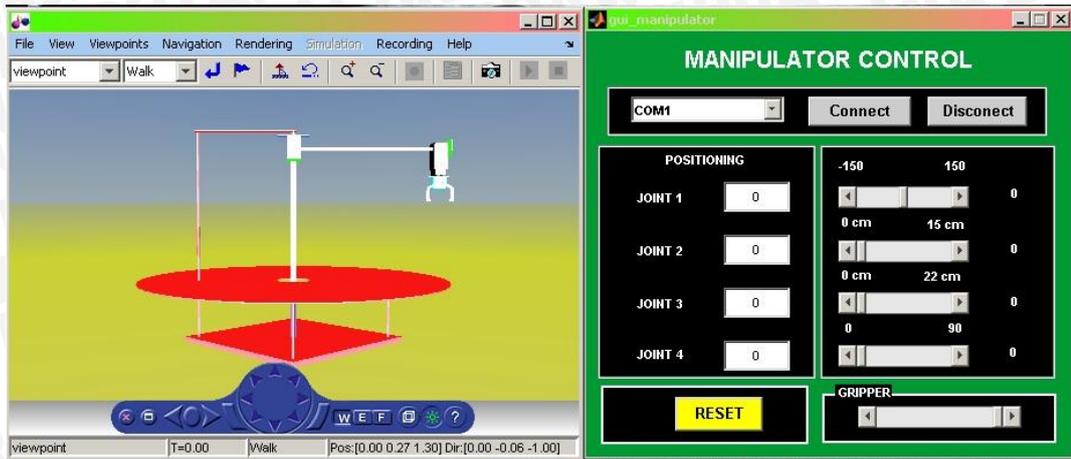
Gambar 3.12 Proses *save as file* CAD ke bentuk *world*

Pada step ke dua hal yang dilakukan adalah memilih format yang diinginkan yaitu *file.wrl*, cara tersebut dapat seperti gambar 3.12.



Gambar 3.13 Desain *Virtual Reality* Manipulator

File yang sudah di *export* ke bentuk *file.wrl* dapat langsung dibuka dengan program *V-realm Builder* untuk dilakukan konfigurasi koordinat setiap *parent* dan *children* masing masing komponen, untuk dilakukan simulasi.



Gambar 3.14 *Interface Kontrol Robot Manipulator dengan Matlab Guide.*

Perancangan kontrol robot manipulator secara real-time dan simulasi robot manipulator solid model menggunakan Matlab Guide. Fungsi dari Matlab Guide hampir sama dengan Visual Basic, tetapi Matlab Guide mempunyai desain interface yang lebih menarik. Perancangan dengan Matlab Guide berfungsi untuk kontrol simulasi dan juga sebagai pengontrol robot manipulator melalui *Serial Communication* secara *real-time*. Desain *interface* robot manipulator dengan Matlab Guide untuk simulasi dan pengontrol robot manipulator secara *real-time* seperti ditunjukkan gambar 3.14.