



Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk mengubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

BAB III PELAKSANAAN KERJA MAGANG

3.1. Kedudukan dan Koordinasi

Magang dilakukan di Plant 1 di Kawasan Industri KIIC Lot DD 1, Jl. Permata Raya, Karawang Barat, Simabaya, Kec. Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Magang dilakukan dari tanggal 7 Juni 2021 sampai pada tanggal 13 Agustus 2021 di Departemen Production Engineering Planning. Jabatan yang dipegang ketika melakukan magang adalah staff, dibimbing oleh pembimbing lapangan bernama R. Bryan Eka Putra.

3.2. Tugas dan Uraian Kerja Magang

3.2.1. Tugas yang dilakukan

Pekerjaan yang dilakukan di magang adalah pencarian akar permasalahan dari suatu proses yang sulit melalui metode *Toyota Business Practice*. Dalam merancang solusi terhadap permasalahan tersebut, dirancang juga gambar teknik dari sistem yang diajukan sebagai solusi, beserta dengan perhitungan biaya komponen, waktu siklus proses yang baru, dan juga perhitungan struktur dari sistem.

Di PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia, terdapat konsep yang disebut dengan *Toyota Business Practice* (TBP). TBP adalah 8 langkah untuk memecahkan masalah dengan menemukan akar permasalahan dari suatu masalah. Langkah-langkah dari TBP adalah seperti berikut:

- 1) *Background*: langkah pertama adalah menuliskan latar belakang mengenai hal yang ingin dicapai seperti target dari perusahaan.
- 2) *Clarify the Problem*: langkah kedua adalah mengklarifikasikan permasalahan yang ada, yaitu dengan membandingkan situasi yang diinginkan, situasi yang ada pada saat ini, dan menunjukkan keberadaan dari *gap* yang dapat dicapai untuk mencapai yang diinginkan.
- 3) *Breakdown the Problem*: langkah ketiga adalah memecahkan permasalahan sekecil mungkin untuk dilihat bagian mana yang merupakan masalah.

- 4) *Problem to tackle*: langkah keempat adalah menetapkan sumber masalah yang didapatkan pada langkah sebelumnya.
- 5) *Target Setting*: langkah kelima adalah menetapkan target sebagai solusi permasalahan yang ditentukan di langkah sebelumnya.
- 6) *Root Cause Analysis*: langkah keenam adalah *root cause analysis*, dapat menggunakan 4M yang terdiri dari *Man, Material, Method, dan Machine*. Dengan menggunakan 4M, ditelaah apakah proses tersebut berkontribusi terhadap permasalahan yang didapatkan pada langkah sebelumnya.
- 7) *Develop Countermeasure*: langkah ketujuh adalah perancangan solusi terhadap hal yang berkontribusi terhadap permasalahan di langkah sebelumnya.
- 8) *Evaluation*: langkah kedelapan adalah evaluasi dari solusi terhadap masalah untuk dinilai efektifitasnya. Setelah dilakukan evaluasi, maka dilakukan standarisasi agar dapat diterapkan pada sisi pabrik lain.

3.2.2. Uraian Kerja Magang

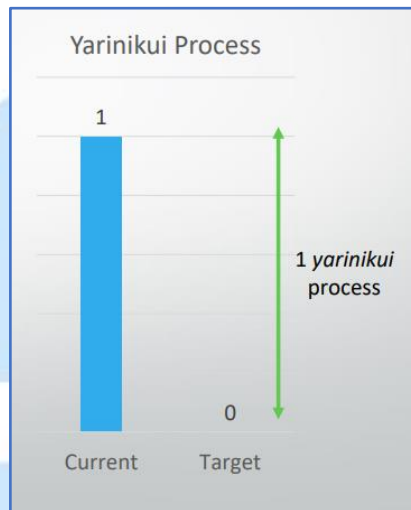
Uraian dari tahap-tahap TBP yang dilakukan adalah seperti berikut:

A. Background

Pada proses manufaktur terdapat banyak subproses. Beberapa dari subproses ini adalah sulit, sehingga berdampak bagi biaya, keamanan, produktivitas, dan/atau kualitas. Proses-proses tersebut dinamakan sebagai *yarinikui process*. Dengan demikian, sebagai *management policy*, diinginkan untuk menghilangkan keberadaan *yarinikui process* dalam produksi.

B. Clarify the Background

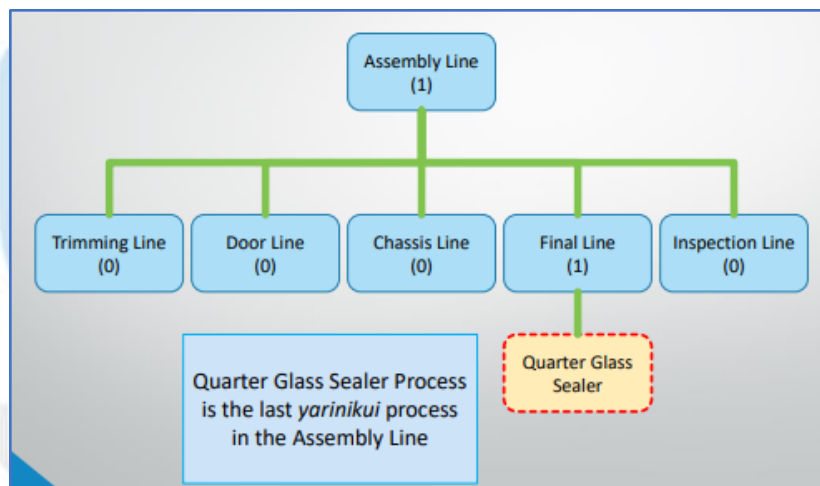
Pada plant 1, diinginkan untuk tidak ada *yarinikui process*, namun terdapat sisa satu *yarinikui process*, sehingga terdapat celah untuk pengembangan pada pabrik.



Gambar 3.1 Grafik dari situasi ideal dengan situasi yang ada

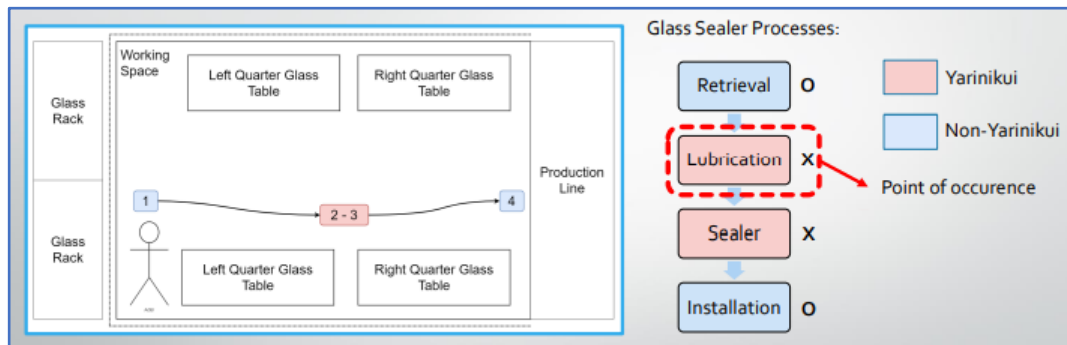
C. Breakdown the Problem

Setelah diketahui terdapat celah pengembangan yang dapat dilakukan, diteliti akar permasalahan dari *yarinikui process* tersebut dan didapatkan proses mana yang sulit.



Gambar 3.2 Diagram letak proses sulit

Kemudian ditelaah sumber proses sulit tersebut dalam langkah-langkah kerja proses dan didapatkan sumber dari permasalahan tersebut berada dari proses *lubrication* dan *sealer*.



Gambar 3.3 Proses pencarian sumber kesulitan dalam proses

D. Problem to tackle

Setelah didapatkan proses tersebut, ditetapkan bahwa permasalahan yang ingin diselesaikan adalah proses sulit dalam proses *lubrication* dan *sealer* kaca.

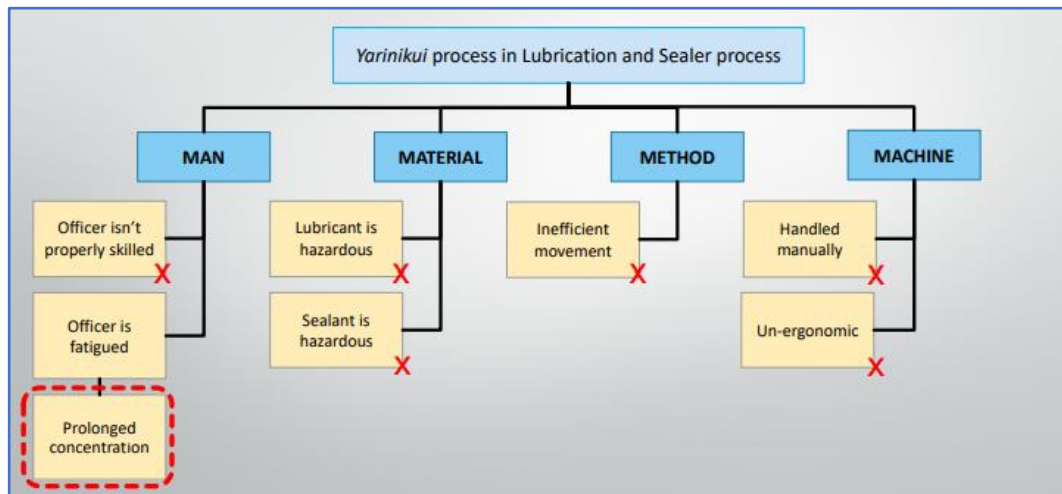
E. Target Setting

Kemudian dengan menetapkan permasalahan yang ingin diselesaikan, ditetapkan bahwa target yang diinginkan adalah penghilangan bagian sulit tersebut dalam proses.

F. Root Cause Analysis

Dicarilah menggunakan proses 4M, yang terdiri dari *Man*, *Material*, *Method*, dan *Machine* untuk dilihat sisi mana yang membuat proses tersebut sulit. Didapatkan bahwa proses tersebut sulit karena pekerja kelelahan akibat konsentrasi yang terlalu lama.

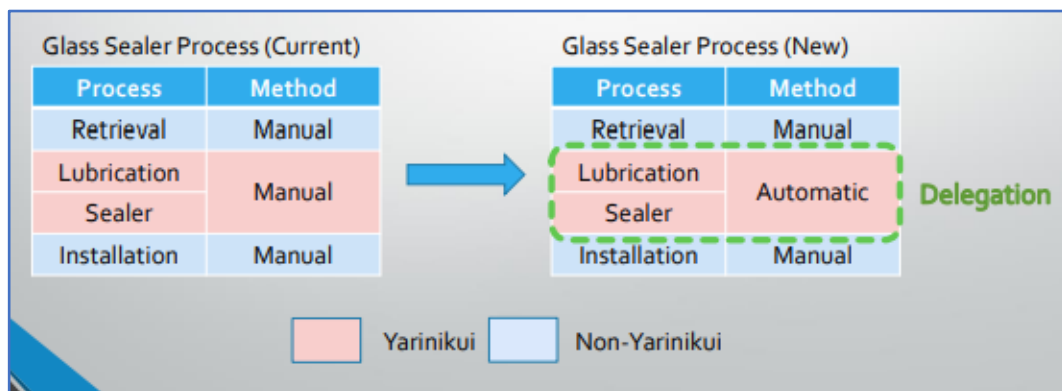
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3.4 Diagram Root Cause Analysis

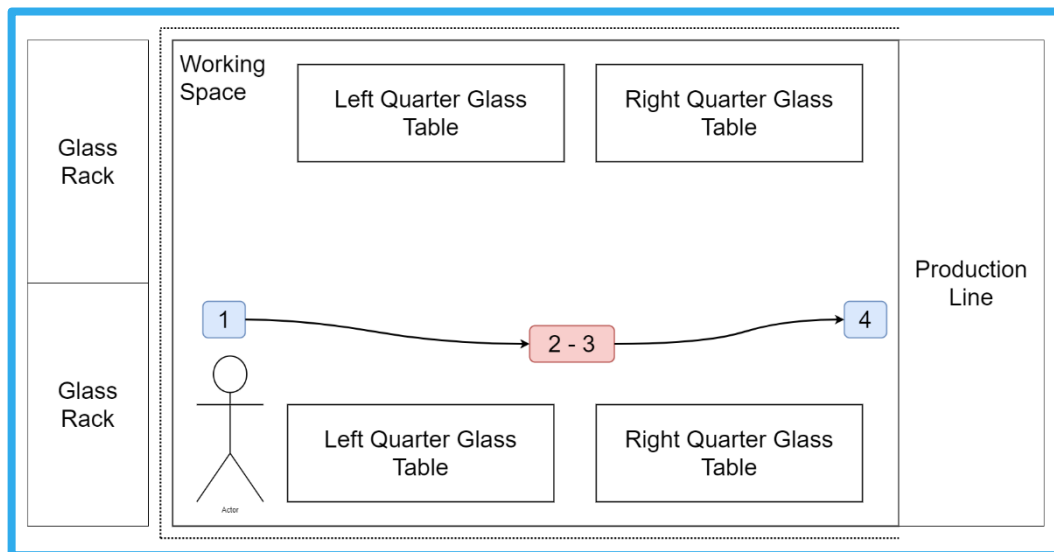
G. Develop Countermeasure

Solusi atas permasalahan tersebut lalu dirancang untuk mencegah pekerja untuk lelah akibat konsentrasi, dan solusi yang diajukan adalah dengan menggunakan bantuan automasi. Perbandingan antara proses yang ada saat ini dan proses kemudian yang diajukan adalah seperti berikut.

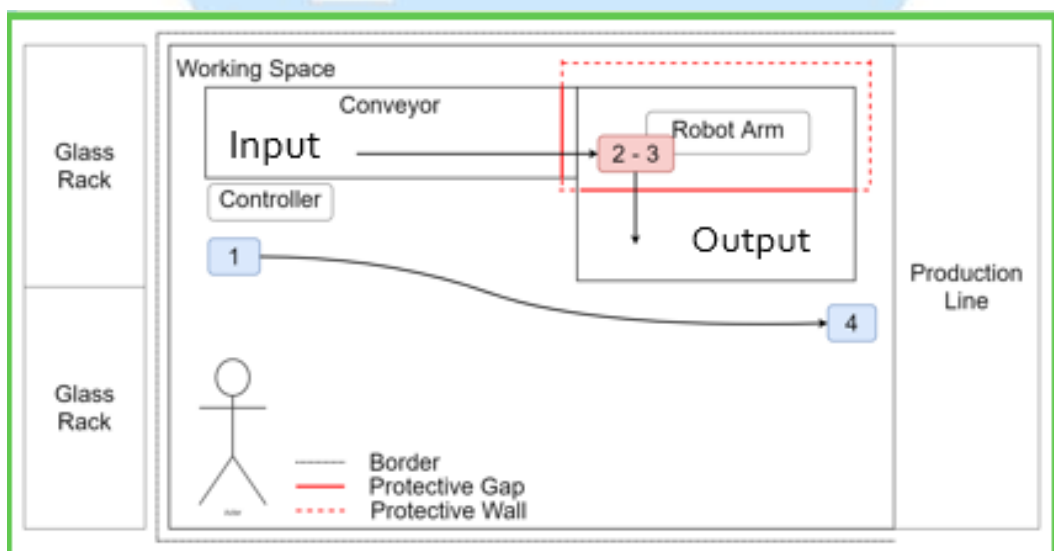


Gambar 3.5 Perbandingan antara alur proses sekarang dan alur proses baru

Dengan alur proses yang demikian, alur kerja secara fisik dari pekerja akan berubah menjadi seperti berikut.

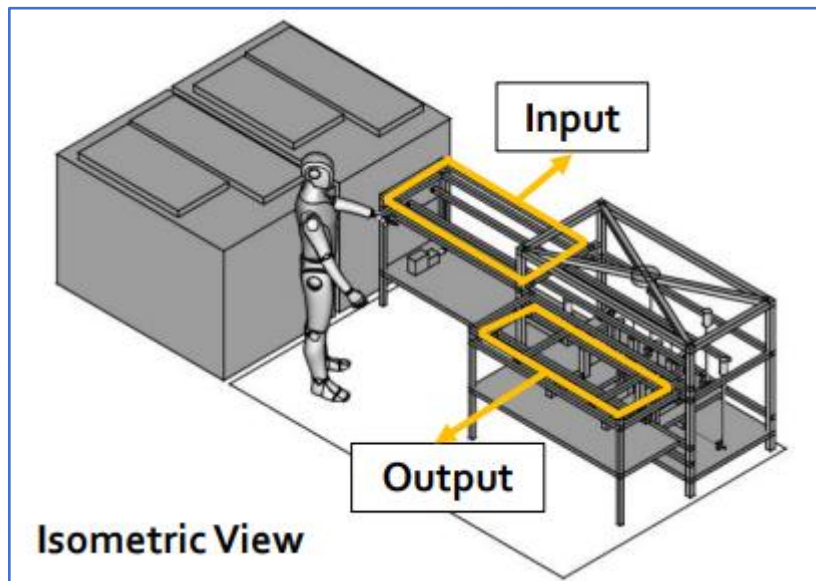


Gambar 3.6 Alur proses fisik lama



Gambar 3.7 Alur proses fisik baru

Bentuk solusi sistem di lapangan akan menjadi seperti berikut, di mana *Input* adalah tempat untuk memasukkan kaca yang ingin diproses, dan *Output* adalah tempat kaca keluar setelah diproses.



Gambar 3.8 Gambaran tampilan sistem di lapangan

Pemilihan dari tangan robot yang akan digunakan dalam sistem dilakukan dengan membandingkan berbagai tangan robot yang ada di pasaran dengan kebutuhan yang dimiliki. Didapatkan bahwa HCR-5A dari Hanwha Robotics adalah yang paling cocok.

Requirements		Robot Name		
		HCR-5A	TM5-900	UR5e
Payload	≥ 3 kg	5 kg ●	4 kg ●	5 kg ●
Reach	≥ 720 mm	915 mm ●	900 mm ●	800 mm ▲
Production Time	≤ 1,50 min	1,43 min ●	1,36 min ●	1,43 min ●
Footprint	≤ Ø180 mm	Ø150 mm ●	Ø177 mm ●	Ø149 mm ●
Weight	≤ 23 kg	21 kg ●	22,6 kg ▲	20,6 kg ●
Price		Rp. 410 jt*	Rp. 412 jt*	Rp. 441 jt*

● Requirements fulfilled
 ▲ Cause for concern
 ✘ Requirements unfulfilled

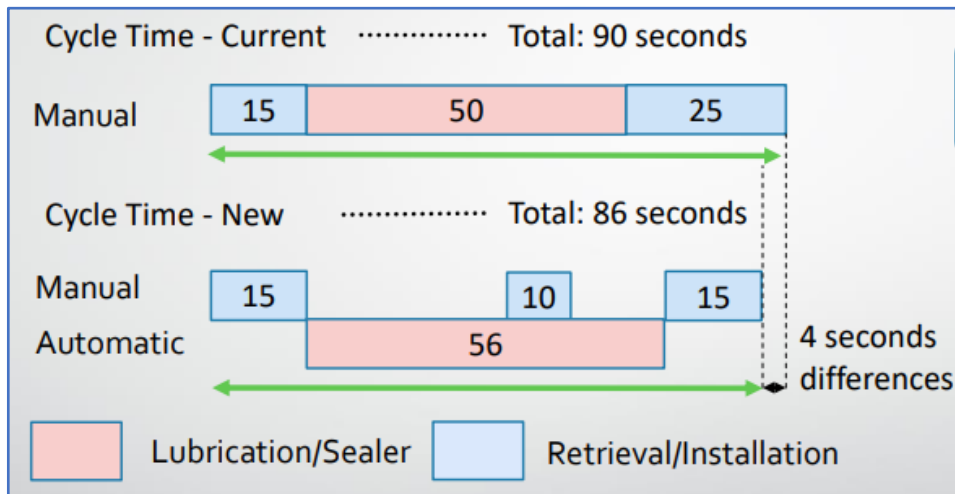
Recommendation

*Price reference taken from unchainedrobotics.de; Prices have been converted into Rupiah

Gambar 3.9 Perbandingan tangan robot di pasaran

H. Evaluation

Dengan solusi yang diajukan, perubahan siklus waktu dari proses adalah seperti berikut.



Gambar 3.10 Perbedaan siklus waktu sekarang dengan yang baru

Pada siklus waktu yang baru, dapat dilihat bahwa terdapat dua jalur waktu. Hal tersebut dikarenakan terdapat kerja paralel, di mana pekerja dapat melakukan tugasnya secara bersamaan dengan sistem melakukan proses *sealer* pada kaca. Namun dapat dilihat bahwa dengan menerapkan sistem ini, proses pengaplikasian *sealer* semakin lambat, namun walaupun demikian, dapat dilihat juga bahwa waktu aksi pekerja telah berkurang dari 90 detik menjadi 40 detik atau pengurangan 56%.

Proposal dari solusi ini memiliki biaya kisaran Rp. 650.000.000,- yang sudah termasuk estimasi dari biaya instalasi sebesar 20%. Dengan menerapkan solusi ini, diperkirakan untuk balik modal atau *Return On Investment* akan memakan waktu 3 tahun dan 10 bulan.

3.2.3. Kendala yang Ditemukan

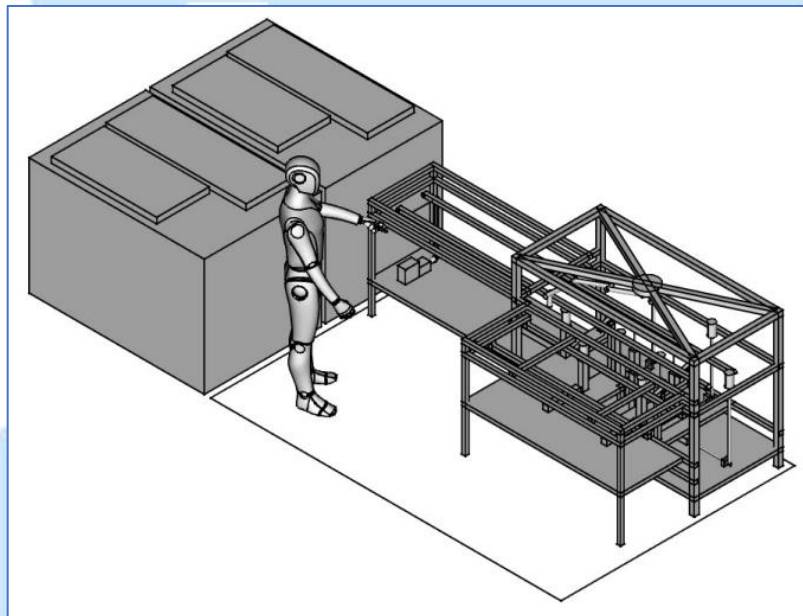
Kendala yang ditemukan adalah perancangan sistem automasi untuk proses *sealer* dan *lubrication* pada *quarter glass* mobil dengan batasan lingkungan kerja yang sudah ada. Selain dari pada itu, perlu dirancang juga bentuk struktur sistem dan analisis kekuatan sistem untuk menopang robot yang akan digunakan dan penutup sistem untuk keselamatan dan kesehatan kerja (K3).

3.2.1. Solusi atas Kendala yang Ditemukan

Solusi dari kendala tersebut adalah sistem automasi yang mampu melakukan proses *lubrication* dan *sealer* dengan campur tangan manusia yang minim. Bentuk sistem automasi yang didesain adalah seperti berikut.

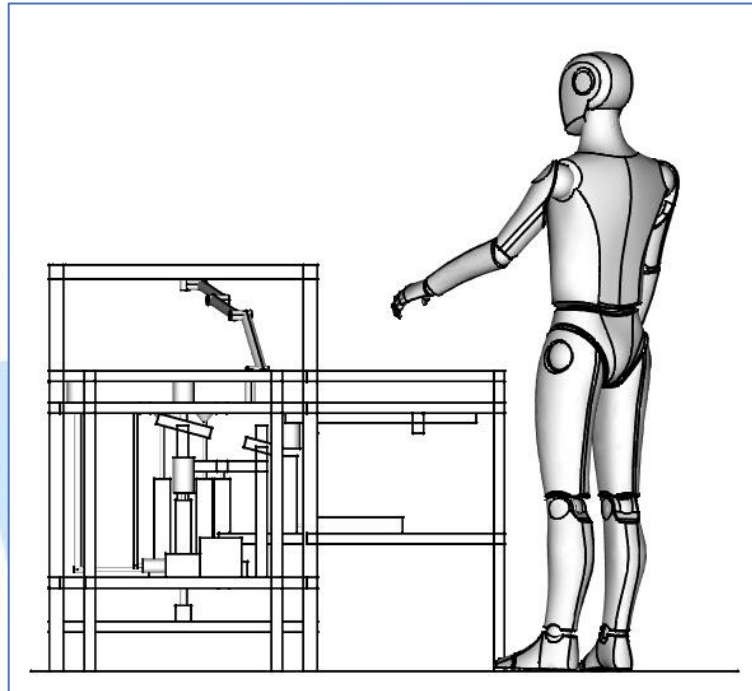
A. Desain Fisik Sistem

Di sini ditampilkan bentuk sistem automasi yang diajukan sebagai solusi untuk pengautomasian proses *sealer* kaca.

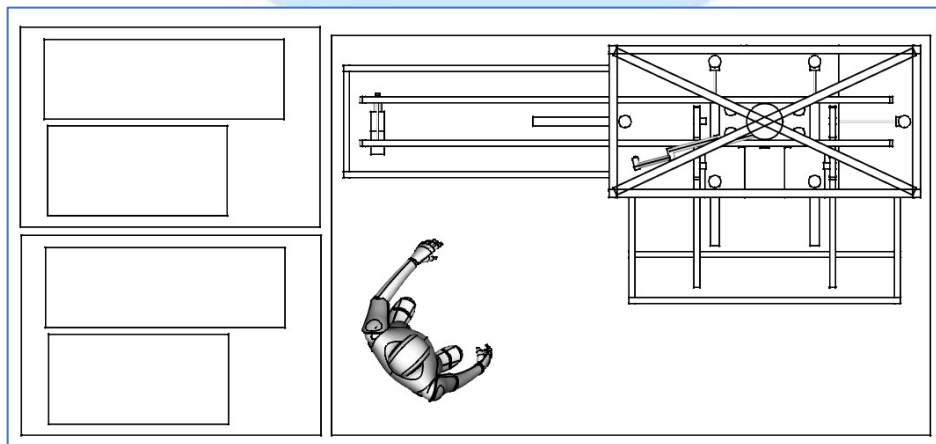


Gambar 3.11 Solusi sistem automasi sistem, tampak Isometric

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

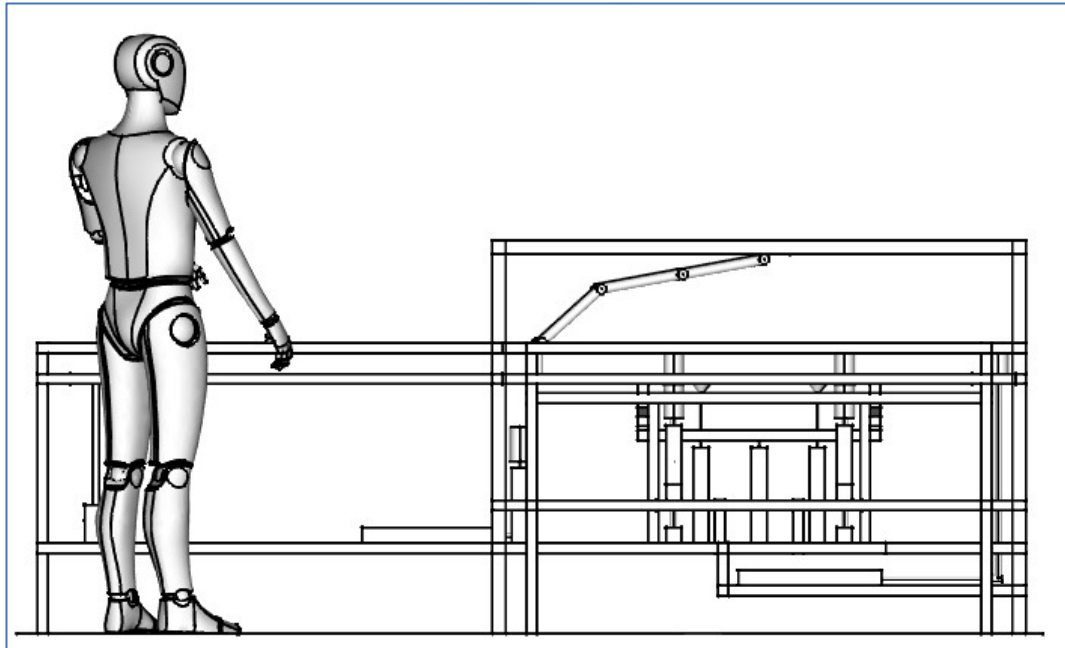


Gambar 3.12 Tampak Kiri



Gambar 3.13 Tampak Atas

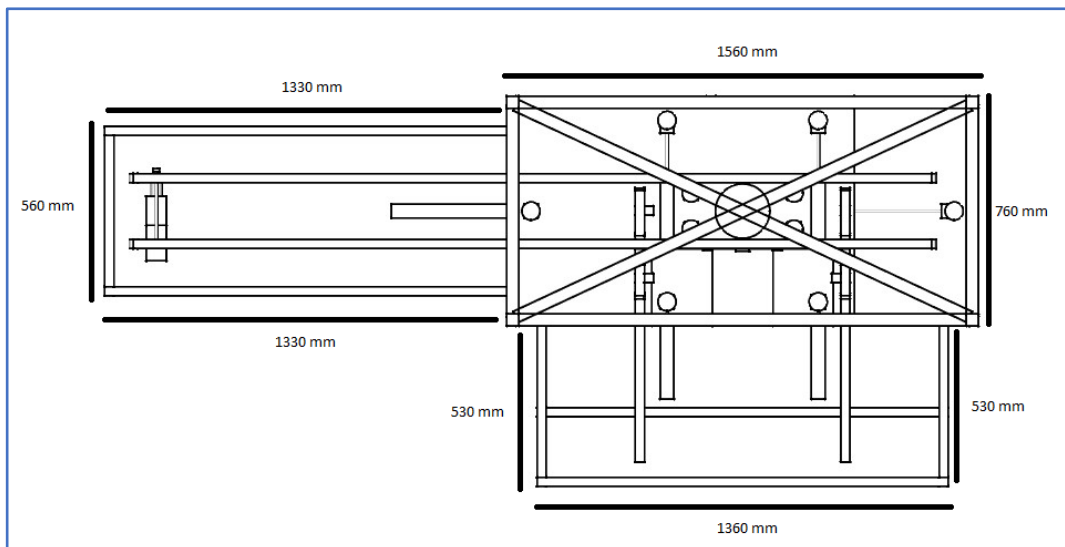
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



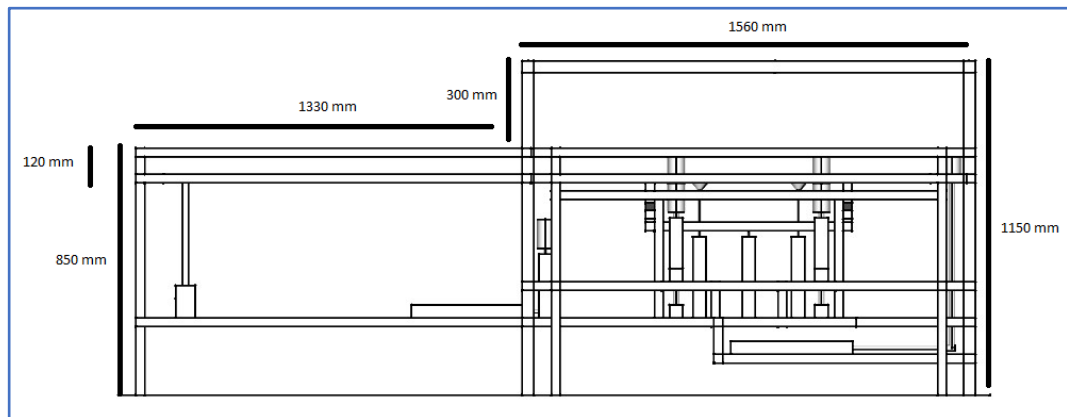
Gambar 3.14 Tampak Depan

B. Ukuran dan Komponen Sistem

B.1. Ukuran Sistem

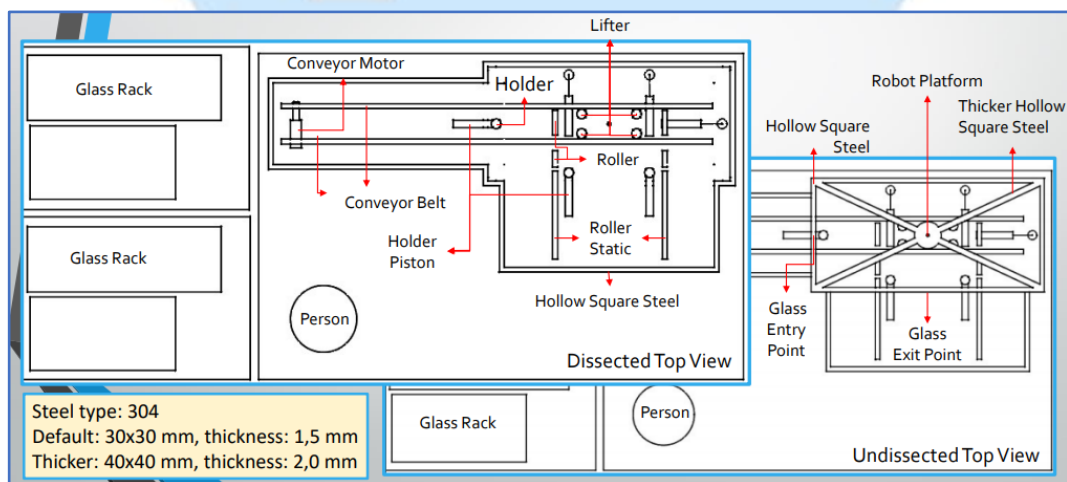


Gambar 3.15 Ukuran Tampak Atas



Gambar 3.16 Ukuran Tampak Depan

B.2. Komponen pada Sistem



Gambar 3.17 Gambar komponen dan struktur sistem

C. Cara Kerja Sistem

Sistem akan bekerja seperti berikut:

- 1) Pekerja akan mengambil kaca yang ingin diproses, kemudian dimasukkan pada sisi *input* dalam sistem di sebelah kiri.
- 2) Pekerja kemudian akan menekan tombol di antarmuka sesuai dengan tipe kaca dan orientasi kaca yang diberikan.
- 3) *Conveyor belt* kemudian akan membawa kaca masuk ke dalam sistem.

- 4) Sistem akan pertama mengangkat tiga piston dari bawah ke atas, kemudian menjepit kaca secara perlahan untuk memastikan bahwa kaca berada dalam posisi yang benar. Kemudian sistem akan menarik kembali piston keluar dan ke bawah.
- 5) Selanjutnya sistem akan mengangkat kaca tersebut, sehingga kaca tidak bergerak ketika diproses.
- 6) Sistem akan menggerakkan tangan robot dan memberikan *lubrication* dan *sealer* pada kaca.
- 7) Setelah proses pengaplikasian telah selesai, robot akan mengangkat *roller* menggunakan piston.
- 8) Setelah *roller* berada di posisi puncak, sistem akan menurunkan kaca secara perlahan sampai kaca meluncur dari *roller* menuju *roller static*.
- 9) Pekerja kemudian dapat mengambil kaca yang telah diproses, dan sistem dapat kembali melanjutkan proses kaca selanjutnya.

D. Daftar Komponen dan Biaya Sistem

Berikut adalah tabel komponen yang diperlukan dalam sistem.

Tabel 3.1 Tabel komponen dan biaya sistem

Functionality	Technical Name	Price/Unit	Unit	Total
100 mm Piston	DSBC-32-100-PPSA-N3	Rp 1.650.000	4	Rp 6.600.000
160 mm Piston	DSBC-32-160-PPSA-N3	Rp 1.698.400	8	Rp 13.587.200
300 mm Piston	DSBC-32-300-PPVA-N3	Rp 1.861.200	2	Rp 3.722.400
Conveyor Motor + Integrated Controller	EMCA-EC-67-M-1TM-DIO	Rp 15.300.000	1	Rp 15.300.000
Motor Gear	EMGC-40-P-G20-SEC-67	Rp 6.208.557	1	Rp 6.208.557
Gripper	DHPS-10-A	Rp 6.826.828	1	Rp 6.826.828
Piston Position Sensor	SMT-8M-A-PS-24V-E-2.5-OE	Rp 435.600	54	Rp 23.522.400

Glass Position Sensor	SOOD-BS-L-PN-30	Rp 2.995.504	2	Rp 5.991.008
Digital I/O Expansion	6ED1055-1CB10-0BA2	Rp 1.573.000	4	Rp 6.292.000
Compact CPU (PLC)	6ES7314-6EH04-0AB0	Rp 41.116.013	1	Rp 41.116.013
Robot Arm	HCR-5A	Rp 410.670.464	1	Rp 410.670.464
Protective Frame	30x30x1,5 mm Hollow Steel Square Beam/6 m	Rp 176.000	3	Rp 528.000
Robot Support Beam	40x40x2,0 mm Hollow Steel Square Beam/6 m	Rp 178.000	2	Rp 356.000
Total Price				Rp 540.720.870

Dengan asumsi biaya instalasi sebesar 20%, maka biaya akhir menjadi Rp. 648.865.044 atau dibulatkan menjadi Rp. 650.000.000, -.

E. Perhitungan Struktur Sistem

Dibutuhkan struktur baja yang dapat menopang beban 25 kg untuk menopang beban robot, dan dengan keamanan 3 kali lipat menjadi 75 kg. Persamaan untuk menghitung lenturan diambil dari (Gere, 2013, p. 290), dengan persamaan tersebut adalah:

$$\sigma = -\frac{M_z y}{I_z} \quad (3.1)$$

Di mana,

- σ adalah tegangan lentur atau *bending stress* (MPa)
- M_z adalah beban torsi dari aksis netral (Nm)
- y adalah jarak sisi ujung besi (m)
- I_z adalah momen area kedua dari baja (m^4)

Karena digunakan baja persegi *hollow* atau *hollow square steel*, maka digunakan momen area kedua dari baja persegi panjang dari (Gere, 2013, p. 291), yaitu:

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad (3.2)$$

Di mana,

- b adalah lebar sisi persegi panjang (m)
- h adalah tinggi persegi panjang (m)

Karena digunakan baja persegi, maka $b = h$ dan karena baja persegi tersebut bersifat *hollow*, maka persamaan dari momen area kedua dari baja persegi panjang *hollow* adalah:

$$I = \frac{1}{12} (h^4 - h_1^4) \quad (3.3)$$

Di mana,

- h adalah tinggi baja persegi dari sisi luar (m)
- h_1 adalah tinggi baja persegi dari sisi dalam (m)

Akan dihitung juga defleksi dari baja menggunakan rumus berikut dari (Gere, 2013, p.506).

$$\delta = \frac{PL^3}{3EI} \quad (3.4)$$

Di mana,

- δ adalah panjang defleksi dari aksis netral (m)
- P adalah beban di ujung baja (N)
- L adalah jarak dari aksis ke ujung baja (m)
- E adalah modulus elastisitas baja (Pa)
- I adalah momen area kedua baja (m^4)

Digunakan *hollow square steel* dengan baja tipe 304 yang memiliki modulus elastisitas sebesar 1.93×10^{11} Pa dari (MatWeb, n.d.) dan panjang baja sejauh 1,7 meter. Akan diuji coba juga batas keamanan dari lenturan baja, yaitu 40% dari kekuatan baja 304 yaitu 82MPa. Berikut adalah hasil perhitungan dari pemilihan baja.

Sides (mm)	Thickness (mm)	Deflection (mm)	Bending Stress (Mpa)	
30	1,5	8,395	100,926	Disqualified
40	2,0	2,657	42,578	Recommendation
50	3,0	0,935	18,728	

Gambar 3.18 Hasil perhitungan struktur sistem

Digunakan *hollow square steel* berukuran 40x40x2,0 mm untuk material yang akan digunakan dalam menopang beban robot. Sehingga dengan menggunakan baja ukuran 40x40x2,0 mm, akan didapatkan defleksi sebesar 2,7 mm ketika diberikan beban 75kg.

F. Perhitungan Production Time

Working Area dari kaca adalah 1,2-meter x 0,5-meter, sehingga memiliki perimeter sepanjang 3,4 meter per kaca. Setiap kaca diproses dua kali karena dilakukan *lubrication* dan *sealer*, sehingga untuk satu set kaca dibutuhkan jarak 13,6 meter. Dengan kecepatan maksimum tangan robot HCR-5A adalah 1.5 m/s menurut dokumen spesifikasi dalam (Hanwha Corporation. n.d.), dan apabila diambil kecepatan 0,5 m/s, maka waktu yang dibutuhkan oleh pergerakan robot adalah 27,2 detik. Apabila diberikan waktu operasi sebesar 28,8 detik untuk waktu perubahan kepala tangan robot dan pemindahan kaca, maka didapatkan waktu kerja adalah 56 detik per set kaca.