



Rancang Bangun Meja Kerja *Spraybooth* pada Proses *Painting Cylinder Block*

Lingga Sakti^{1*} dan Agus Edy Pramono^{1,2}

¹Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Rancang bangun meja kerja spraybooth ini bertujuan untuk menghilangkan kesulitan operator pada saat proses pengecatan (painting) pada cylinder block, operator harus membungkuk karena sulitnya mengecat pada bagian bawah dan lekukan pada permukaan drag (depan) dan cop (belakang) dari cylinder block sehingga pada proses ini memiliki poin ergonomi yang rendah (-3). Akibat kondisi kerja yang tidak nyaman sering menghasilkan kualitas produk dibawah standar, untuk mendapatkan poin ergonomi yang lebih tinggi dan kualitas produk yang lebih baik, diperlukan meja kerja yang memudahkan operator pada proses painting. Metode rancangan yang digunakan adalah metode Quality Function Deployment (QFD) meliputi, perencanaan produk (HOQ), pengembangan konsep desain, perencanaan proses manufaktur, perencanaan produksi. Meja kerja spraybooth ini memiliki 2 gerakan mekanisme, yaitu gerakan naik – turun dan datar - miring yang masing – masing gerakan membutuhkan 1 sistem pneumatik. Tekanan setiap pergerakan $4 - 6 \times 10^5$ Pa (N/m^2) dengan massa cylinder block 50 kg . Pengujian dilakukan adalah tingkat ketebalan permukaan hasil pengecatan cylinder block. Standar ketebalan yaitu $15 - 30 \mu m$ dengan menggunakan thickness gauge sebagai alat ukur.

Kata-kata kunci: Kualitas, Pengecatan, Ergonomi, Cylinder Block

Abstract

The design of the spraybooth work desk aims to eliminate operator difficulties during painting the cylinder block, the operator must bend because it is difficult to paint on the bottom and curve on the drag (front) and cop (rear) surface of the cylinder block so that this process has low ergonomics points (-3). Due to uncomfortable working condition often produce substandard product quality. So to get higher ergonomics points and better quality, a work desk is needed to facilitate the operator in the painting process. The design method used is Quality Function Development (QFD) such as product planning (HOQ), design development, manufacturing planning and production planning. The work desk has 2 movement mechanisms : up-down and flat-tilt movements which each movement requires 1 pneumatic system. The pressure of each movement is $4-6 \times 10^5$ Pa (N/m^2) with the mass of cylinder block of 50 kg. The test carried out is the level of thickness results of painting cylinder block. The thickness standard is $15-30 \mu m$ using a thickness gauge as a measuring instrument.

Keywords: Quality, Painting, Ergonomic, Cylinder Block

* Corresponding author E-mail address: linggasakti24@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Proses pembuatan *cylinder block* dimulai dari *sand reclamation*, *core making*, *sand preparation*, *moulding*, *melting*, *pouring*, *diss assembly* dan *finishing*. Pada proses terakhir (*finishing*) tepatnya pada proses *painting* (pengecatan) diperlukan alat bantu berupa pemegang dan pengangkat *cylinder block* guna memudahkan operator melakukan proses *painting*. *Cylinder block* dibawa menggunakan konveyor dari bagian *quality check* ke ruang *painting (spraybooth)*, kemudian *cylinder block* ditahan dan diangkat untuk dilakukan pengecatan pada bagian depan (*drag*) dan bagian belakang (*cop*). Kekurangan pada proses ini adalah operator harus membungkuk karena sulitnya mengecat permukaan pada bagian lekukan ataupun bagian bawah sehingga memiliki poin ergonomi sangat rendah (-3) dan menghasilkan kualitas pengecatan yang tidak standar. Untuk mengatasi masalah tersebut, dibuatlah *improvement* meja kerja *spraybooth* untuk memudahkan operator dalam melakukan pengecatan *cylinder block* dengan aman dan nyaman tanpa ada *defect* (cacat).

Tujuan dari rancang bangun alat ini adalah merancang dan membuat alat untuk meningkatkan nilai ergonomi dengan cara melakukan *improvement* terhadap alat yang sudah ada sehingga operator dapat bekerja dengan nyaman dan dapat menghilangkan gerakan yang menyulitkan pada proses *painting cylinder block* serta meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

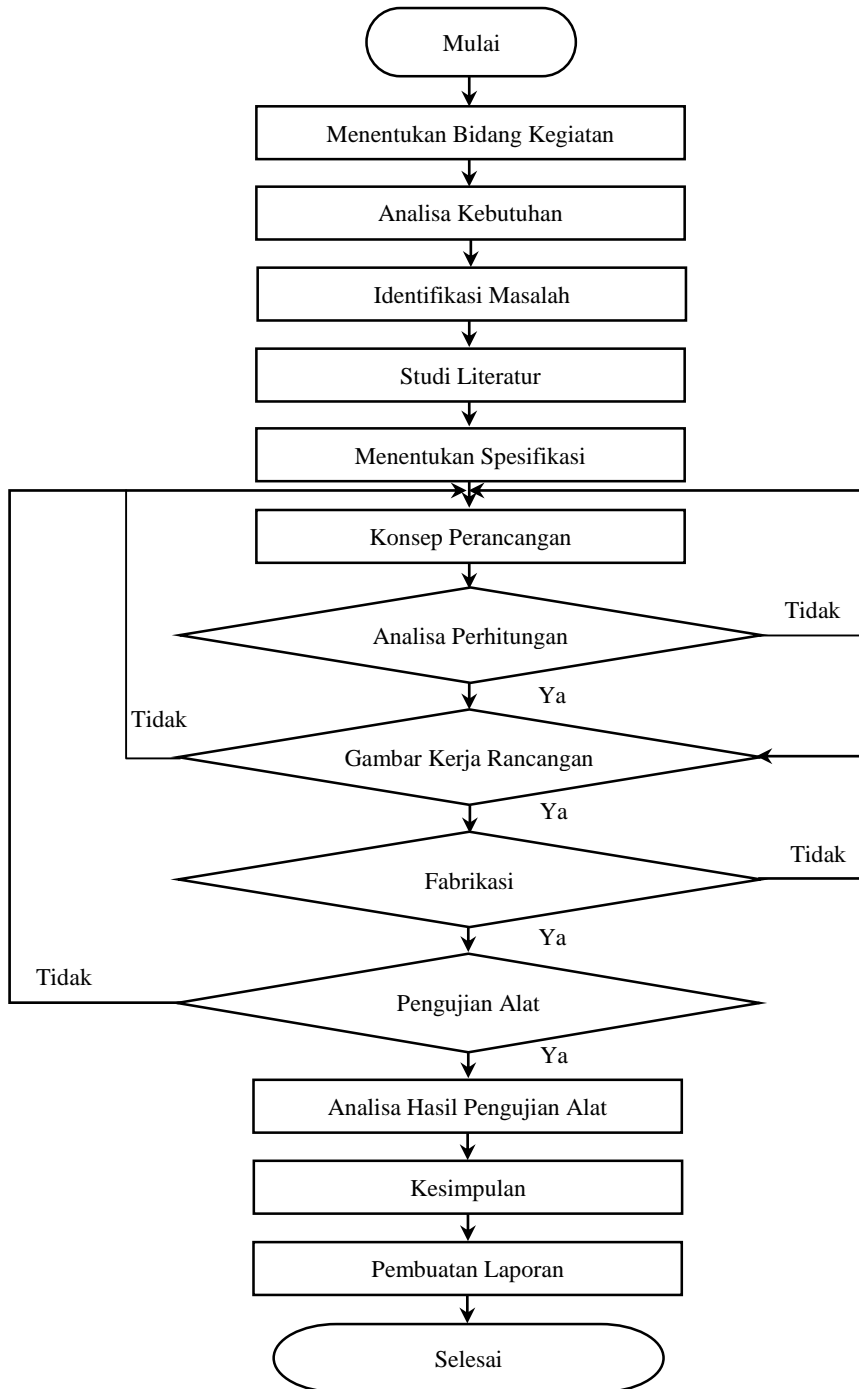
2. METODE

Langkah – langkah yang dilakukan pada rancang bangun alat ini adalah:

1. **Menentukan bidang kegiatan**, menentukan tema kegiatan yang akan dilakukan. Tema yang diambil adalah meningkatkan nilai ergonomi dan kualitas dengan merancang bangun meja kerja *spraybooth* pada proses *painting cylinder block*.
2. **Analisa kebutuhan**, berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di PT. X, ditemukan masalah operator harus membungkuk mengecat bagian bawah dan lekukan sisi depan (*drag*) dan belakang (*cop*) pada permukaan *cylinder block*. Solusinya, untuk itu harus dilakukan kegiatan perbaikan (*improvement*) terhadap alat yang ada.
3. Analisa kebutuhan ditentukan dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)* yang merupakan metode untuk mengembangkan produk/alat berdasarkan kebutuhan konsumen. Konsumen adalah operator yang mengoperasikan alat di perusahaan tersebut. Tahap pertama adalah perencanaan produk/*House of Quality (HOQ)*, mengubah *voice of customers* menjadi spesifikasi teknis. Berdasarkan data dan wawancara terhadap operator yang bekerja di *line* produksi didapatkan kebutuhan yang diinginkan, kenyamanan (*comfortable*), aman digunakan (*safety*), mekanisme sederhana, pekerjaan cepat, perawatan mudah, gerakan tidak terhambat dan dimensi alat sesuai kondisi *line*.
4. **Identifikasi masalah**, berdasarkan masalah yang ditemukan di PT.X meja kerja *spraybooth* yang akan dirancang bangun memiliki rumusan masalah: rendahnya poin ergonomi (-3) pada proses *painting cylinder block* akibat sulitnya mengecat permukaan pada bagian bawah dan lekukan yang mengakibatkan beberapa kualitas produk menjadi tidak standar. Oleh karena itu, alat yang akan dirancang bangun harus memenuhi beberapa kriteria sebagai berikut:
 - Mengurangi beban kerja operator dengan meningkatkan nilai ergonomi kerja
 - Meningkatkan jumlah produk dengan kualitas di atas standar
5. **Studi literatur**, bersamaan dengan mempelajari permasalahan yang ada pada alat yang sudah ada, dilakukan juga dengan mencari dan mempelajari buku – buku atau artikel – artikel terkait dengan meja *spraybooth* serta mencari kajian perbandingan terhadap paten – paten atau alat yang sudah ada (untuk diketahui kekurangan dan kelebihan) terhadap alat yang akan dibangun untuk ditemukan solusi yang lebih baik dan meningkatkan kualitas hasil pengecatan.
6. **Menentukan spesifikasi**, berdasarkan kebutuhan konsumen, spesifikasi teknis/kemampuan produk meliputi: sistem operasional alat, dimensi, daya, kapasitas produksi, harga mesin, kompatibel dan ergonomis, alat untuk perawatan dan mekanisme kerja.
7. **Konsep perancangan**, perancangan konsep menggunakan 3 alternatif desain berdasarkan kajian perbandingan.
8. **Analisis rancangan**, salah satu konsep desain rancangan ditetapkan. Dilakukan analisa perhitungan rancangan, kekuatan *roller conveyor*, umur *bearing*, *power* (daya rencana) sistem pneumatik, sambungan baut dan sambungan lasan.
9. **Gambar kerja rancangan**, gambar kerja dihasilkan dari proses perancangan dan analisis sebelum dilakukan tahap fabrikasi. Adapun spesifikasi komponen rancang bangun meja kerja *spraybooth*

terbagi menjadi komponen standar dan komponen yang dibuat. Komponen standar seperti : baut, mur, *bearing*, pneumatik, sedangkan komponen yang dibuat seperti : kerangka, *guide*, *guide rell*, *shaft*, dudukan pneumatik dan lain – lain.

10. **Fabrikasi**, material standar *roller* konveyor adalah ASTM A36, material standar poros JIS S45C dan standar pneumatik berdasarkan *SMC Pneumatic Catalog*. Proses fabrikasi yang dilakukan adalah *drilling*, *milling*, *bending*, *welding*, *assembling* dan *polishing*.
11. **Pengujian Alat**, Pengujian dilakukan untuk mengetahui ketebalan hasil pengecatan *cylinder block*. Hasil pengecatan diukur menggunakan *thickness gauge* pada beberapa titik untuk mengetahui kerataan pengecatan. Standar ketebalan pengecatan adalah 15 – 30 mikron.

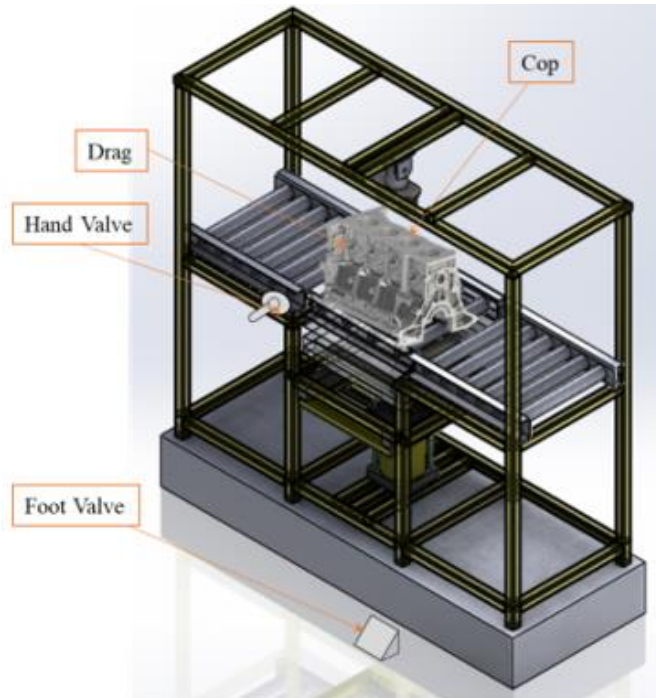


Gambar 1. Diagram Alir Rancangan Bangun Meja Kerja Spraybooth

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

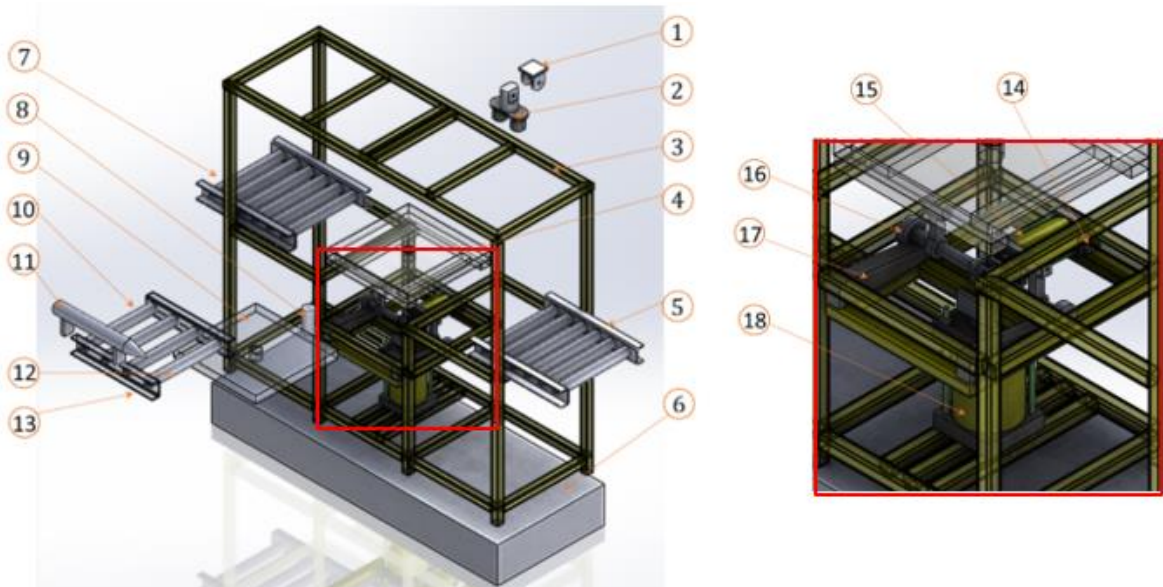
Rancangan Alat

Meja kerja *spraybooth* yang dirancang bangun untuk mengecat permukaan depan (*drag*) dan belakang (*cop*) *cylinder block* memiliki 2 mekanisme gerak dengan bantuan 2 sistem pneumatik. Saat *cylinder block* tepat di atas konveyor, operator membuka katup tangan (*hand valve*) pada bagian depan rangka sehingga pneumatik 1 mendorong meja ke atas sampai bagian atas *cylinder block* ditahan oleh *locator engine*. Setelah bagian atas dicat, selanjutnya operator menginjak katup kaki (*foot valve*) pada bagian desk sehingga pneumatik 2 mendorong meja hingga kemiringan 15° untuk dilakukan pengecatan pada permukaan bagian bawah dan lekukan.



Gambar 2. Desain Meja Kerja Spraybooth

Berikut meja kerja *spraybooth* dan bagian – bagiannya seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagian - Bagian Meja Kerja Spraybooth

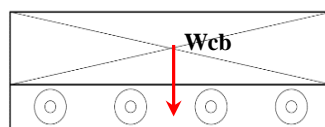
Keterangan:

1. **Dudukan Locator Engine**, berfungsi sebagai penghubung *locator engine* dan *frame* bagian atas.
2. **Locator Engine**, berfungsi sebagai penahan *cylinder block* agar tidak jatuh saat proses pengecatan berlangsung.
3. **Frame**, berfungsi sebagai kerangka yang menghubungkan semua komponen dengan dimensi 1540 x 540 x 1420[mm].
4. **Base Plate**, berfungsi sebagai komponen yang menahan *top plate*, *work desk conveyor* dan *cylinder block* serta meneruskan gerakan akibat dorongan *tilt pneumatic*.
5. **Outer Conveyor**, komponen yang menjadi tempat keluaran produk setelah dilakukan proses pengecatan.
6. **Desk**, berfungsi untuk menahan komponen – komponen yang berada di atasnya.
7. **Inner Conveyor**, komponen yang menjadi tempat masukan produk sebelum dilakukan proses pengecatan.
8. **Shaft**, komponen yang menghubungkan *base plate* dan *top plate* yang berfungsi sebagai poros putar sehingga *cylinder block* dapat diputar sebesar 360°.
9. **Upper Base**, berfungsi untuk menahan *work desk conveyor* dan *cylinder block*.
10. **Work Desk Conveyor**, merupakan meja/area tempat dilakukannya proses pengecatan.
11. **Guide**, berfungsi untuk mengarahkan *cylinder block* agar sesuai dan tepat pada tempat yang ditentukan.
12. **C – Channel**, berfungsi kerangka untuk menopang *roller* agar tidak berpindah – pindah.
13. **Roller**, komponen yang berfungsi sebagai pemindah barang yang akan ditransportasikan.
14. **Dudukan Tilt Pneumatic**, berfungsi sebagaiudukan pneumatik agar tetap.
15. **Tilt Pneumatik**, sistem penggerak yang berfungsi untuk memiringkan *base plate* dengan cara mendorong *tilt shaft* pada bidang miring (*guiden rell*).
16. **Tilt Shaft**, poros yang berfungsi meneruskan tekanan yang diberikan *tilt pneumatik*
17. **Guide Rell**, komponen yang berfungsi untuk memiringkan meja dengan mengarahkan *tilt shaft* pada bidang miring. Kemiringan yang dapat dicapai meja adalah 15°.
18. **Lifter Pneumatic**, sistem penggerak yang berfungsi untuk mendorong meja sehingga meja dapat dinaik turunkan.

Analisis Perhitungan Rancangan

Perhitungan pada Konveyor

Cylinder block adalah beban pada konveyor. Berat *cylinder block* 50 kg, dimensi 450 x 370 x 295 [mm]. Setiap *cylinder block* ditahan oleh 4 buah *roller* dengan dimensi 70 x 350 [mm]. Setiap *roller* terdapat poros dengan dimensi 20 x 400 [mm], berikut beban yang diterima pada konveyor seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

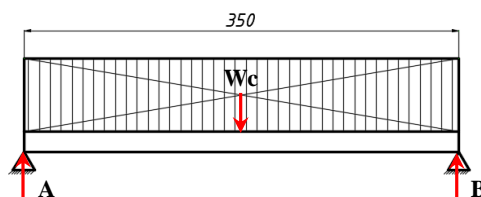


Gambar 4. Pembebanan pada Conveyor

Load acting pada tiap *roller* (W)

$$W = \frac{W_{cb}}{n} = \frac{50 \text{ kg}}{4} = 12,5 \text{ kg} \quad (1)$$

Pembebanan yang dialami tiap *roller* 12,5 kg, berikut momen dan tegangan *bending* yang diterima setiap *roller* konveyor seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Free Body Diagram Roller Conveyor

Momen bending maksimum (Mmax)
 Rekasi Tumpuan pada roller

$$\sum M = 0 \tag{2}$$

$$W \cdot 175 [mm] - FRB \cdot 350 [mm] = 0$$

$$FRB = \frac{\left(0,35 \left[\frac{N}{mm}\right] \cdot 350 [mm]\right) \cdot 175 [mm]}{350 [mm]}$$

$$FRB = 61,3125 [N]$$

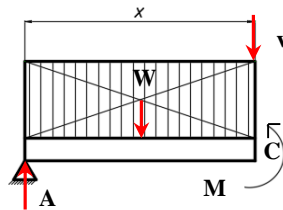
$$\sum Fy = 0 \tag{3}$$

$$RFA - W + FRB = 0$$

$$RFA = 122,625 [N] - 61,3125 [N]$$

$$RFA = 61,3125 [N]$$

Momen bending maksimum yang terjadi pada roller ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Free Body Diagram Momen Maksimum

$$\sum Fy = 0 \tag{4}$$

$$v + W + FRA = 0$$

$$(0,35 \cdot x) + 61,3125 = 0$$

$$x = 175 [mm]$$

$$MC = FRA \cdot 175 [mm] - W \cdot 87,5 [mm]$$

$$MC = 61,3125 [N] \cdot 175 [mm] - \left(0,35 \left[\frac{N}{mm}\right] \cdot 175 [mm]\right) \cdot 87,5 [mm]$$

$$MC = 10729,6875 [Nmm] - 5364,84375 [Nmm]$$

$$MC = 5364,84375 [Nmm] \sim 5,364 [Nm]$$

Tegangan bending maksimum (σ_b)

$$I = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4) \tag{5}$$

$$I = \frac{\pi}{64}(0,07^4 - 0,02^4) = 1,171 \times 10^{-6} m^4$$

$$y = \frac{1}{2}D = \frac{1}{2} \cdot 0,07 = 0,035 [m] \tag{6}$$

$$\sigma_b = \frac{M_{max} \cdot y}{I} \tag{7}$$

$$\sigma_b = \frac{5,364 [Nm] \cdot 0,035 [m]}{1,171 \times 10^{-6} [m^4]}$$

$$\sigma_b = 160324,509 \left[\frac{N}{m^2}\right]$$

$$\sigma_b = 0,1603 [MPa]$$

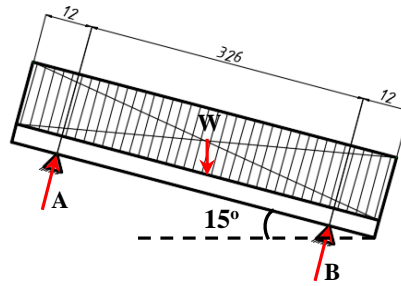
Roller menggunakan material Mild Steel dengan yield strength 250 [MPa], tegangan yang diijinkan (σ_a)

$$\sigma_a = \frac{\sigma_y}{f_s} = \frac{250 [MPa]}{2,5} = 100 [MPa] \tag{8}$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapat nilai tegangan bending maksimum (σ_b) = 0,1603 [MPa], karena tegangan bending maksimum < tegangan yang diijinkan, roller pada pembebanan tersebut aman digunakan.

Perhitungan pada Bearing

Bearing yang digunakan pada rancangan konveyor berjumlah 8 buah, tiap roller masing – masing memiliki 2 buah bearing. Gambar 7 menunjukkan pembebanan yang diterima bearing dan umur bearing ditentukan pada persamaan berikut.



Gambar 7. Free Body Diagram Beban Bearing

Beban pada bearing A

$$\frac{FA}{FRA} = \frac{4,835}{9,023} = 0,536 \geq 0,44 \quad (9)$$

Berdasarkan Khurmi, RS, A Textbook Machine Design hal 1008 $0,517 \geq e$ sehingga : $XR = 0,56$ dan $YA = 1,0$
 $V = 1$ (untuk semua tipe bearing jika cincin dalam berputar), $Ks = 1,5$ (beban kejut ringan)

$$FeA = (XR \cdot V \cdot FRA + YA \cdot FA) \cdot Ks \quad (10)$$

$$FeA = (0,56 \cdot 1 \cdot 9,023 + 1 \cdot 4,835) \cdot 1,5$$

$$FeA = 14,831 [kg] \sim 145,5 [N]$$

Beban pada bearing B

Jarak pembebanan terhadap tumpuan A dan B sama sehingga,

$$FeB = FeA = 14,831 [kg] \sim 145,5 [N] \quad (11)$$

Umur pada bearing A.

$$LA = \frac{10^6 \cdot C^3}{60 \cdot n \cdot F^3} \quad (12)$$

$$LA = \frac{10^6 \cdot 16800^3 [kg]}{60 \cdot 6 \cdot 145,5^3 [N]}$$

$$LA = 4.275.986.884 [jam]$$

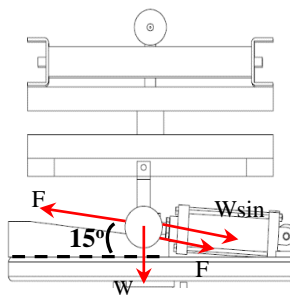
Umur pada bearing B

$$LB = LA = 4.275.986.884 [jam]$$

Bearing yang digunakan dapat bekerja selama 4.275.986.884 [jam]

Perhitungan Sistem Pneumatik

Meja kerja *spraybooth* bekerja secara semi otomatis yaitu bekerja dengan campur tangan operator. Mekanisme gerakan dibantu oleh sistem pneumatik. Tekanan standar pada PT. X adalah 4 – 6 bar, diambil nilai tengah – tengah sehingga didapat tekanan $p = 5$ bar atau $5 \times 10^5 [N/m^2]$. Berikut pembebanan yang diterima pneumatik seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Gaya pada Pneumatik

Gaya yang dibutuhkan pneumatik (posisi miring)

$$F = 3 \mu k \cdot m \cdot g \cdot \cos \theta + W \cdot \sin \theta \quad (13)$$

$$F = 3 \mu k \cdot m \cdot g \cdot \cos \theta + m \cdot g \cdot \sin \theta$$

$$F = 3 \cdot 0,57 \cdot 121,36 \cdot 9,81 \cdot \cos 15 + 121,36 \cdot 9,81 \cdot \sin 15$$

$$F = 1966,457 [N] + 308,134 [N]$$

$$F = 2274,591 [N]$$

Perhitungan diameter piston pada pneumatik

$$F = A \cdot p$$

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot p$$

$$2274,591 [N] = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot 5 \times 10^5 \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$D^2 = 5,792 \times 10^{-3} [m]$$

$$D = 0,076 [m] \sim 76 [mm]$$

Secara teori diameter piston = 76 [mm]

Secara aktual diameter piston yang digunakan = 80 [mm], jenis *double acting double rod* dengan seri (N)CQ2W pada *SMC the Pneumatic Catalog*.

(14)

Analisis Uji Alat

Pengujian Trial and error

Pengujian alat untuk mengetahui kinerja dan kekuatan rancangan alat. Tabel 1 menunjukkan pengujian yang dilakukan dengan metode *trial* dan *error* sebanyak 20 kali percobaan.

Tabel 1. Pengujian Trial and Error

No	Trial	Input CB		Meja Naik/Turun		Meja Berputar		Meja Datar/Miring		Output CB		Hasil
		B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	
1	Trial 1	√		√			√		√	√		Gagal
2	Trial 2	√		√			√		√	√		Gagal
3	Trial 3	√		√		√		√		√		Berhasil
4	Trial 4		√	√			√	√		√		Gagal
5	Trial 5	√		√		√		√		√		Berhasil
6	Trial 6	√		√		√		√		√		Berhasil
7	Trial 7	√		√		√		√		√		Berhasil
8	Trial 8	√		√		√		√		√		Berhasil
9	Trial 9	√		√		√		√		√		Berhasil
10	Trial 10	√		√		√		√		√		Berhasil
11	Trial 11	√		√		√		√		√		Berhasil
12	Trial 12	√		√		√		√		√		Berhasil
13	Trial 13	√		√		√		√		√		Berhasil
14	Trial 14	√		√		√		√		√		Berhasil
15	Trial 15	√		√		√		√		√		Berhasil
16	Trial 16	√		√		√		√		√		Berhasil
17	Trial 17	√		√		√		√		√		Berhasil
18	Trial 18	√		√		√		√		√		Berhasil
19	Trial 19	√		√		√		√		√		Berhasil
20	Trial 20	√		√		√		√		√		Berhasil

Asumsi: Meja kerja *spraybooth* terdiri dari beberapa prosedur gerakan. Pengujian dianggap berhasil jika semua prosedur dapat dilalui sesuai rancangan standar. Sebaliknya, pengujian dianggap gagal jika semua prosedur tidak sesuai rancangan standar (terjadi hambatan).

$$\text{Tingkat keberhasilan alat} = \frac{\text{Banyak trial berhasil}}{\text{Total trial yang dilakukan}} = \frac{17}{20} \times 100 \% = 85 \% \quad (15)$$

$$\text{Tingkat kegagalan alat} = \frac{\text{Banyak trial gagal}}{\text{Total trial yang dilakukan}} = \frac{3}{20} \times 100 \% = 15 \% \quad (16)$$

Analisa kegagalan:

1. Kegagalan pada *input BC* terjadi karena *cylinder block* tersangkut di *roller input*, sehingga solusi untuk mengatasinya dipasang *guide* pada *input roller*.
2. Kegagalan saat meja kerja tidak berputar dengan baik kerana tekanan yang diberikan pada saat naik terlalu besar sehingga *locator engine* menahan kuat *cylinder block*. Solusi yang dilakukan adalah mengurangi tekanan pada *lifter pneumatic*
3. Kegagalan yang terjadi saat meja dimiringkan, kerana tekanan yang diberikan pada saat mendorong meja terlalu kecil sehingga meja tidak dapat mencapai kemiringan sebesar 15°. Solusi yang dilakukan adalah menambah tekanan pada *lifter pneumatic*

Pengujian Ketebalan Pengecatan

Pengujian ketebalaan pengecatan dilakukan dengan menggunakan *thickness gauge* dengan standar ketebalan 15 – 30 μm . Tabel 2 menunjukkan pengujian ketebalan pengecatan yang dilakukan dengan mengukur permukaan *cylinder block* pada 3 titik sebanyak 20 sampel.

Tabel 2. Pengujian Ketebalan Pengecatan

Frekuensi	Check	Titik Uji	Percobaan																			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2 sisi	1	1	15	20	20	24	20	20	20	24	17	22	17	20	21	20	21	25	20	20	25	21
		2	12	19	21	23	21	21	23	22	19	21	16	20	21	20	19	24	21	21	22	21
		3	10	19	21	21	22	20	22	21	19	21	16	19	20	19	19	26	21	23	23	20
	2	1	24	21	23	22	22	24	21	22	18	20	17	20	19	18	20	22	25	23	24	22
		2	24	20	23	22	24	23	20	22	19	19	17	21	20	18	20	23	23	22	22	23
		3	25	20	25	22	22	22	22	22	20	20	18	21	20	17	21	22	24	20	23	23
Hasil			×	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	

$$\text{Tingkat keberhasilan alat} = \frac{\text{Banyak trial berhasil}}{\text{Total trial yang dilakukan}} = \frac{19}{20} \times 100 \% = 95 \% \quad (17)$$

$$\text{Tingkat kegagalan alat} = \frac{\text{Banyak trial gagal}}{\text{Total trial yang dilakukan}} = \frac{1}{20} \times 100 \% = 5 \% \quad (18)$$

Analisa kegagalan:

1. Kegagalan hasil pengecatan pada percobaan 1 terjadi karena posisi lubang roller pada C-Beam terlalu rendah sehingga sedikit menghalangi area bawah *cylinder block*. Solusi yang dilakukan adalah merubah dudukan *roller* menjadi L-Beam dan menaikkan posisi lubang.

Tingkat Keberhasilan dan Kegagalan Alat

Berdasarkan pengujian kerja alat dan pengujian ketebalan pengecatan didapat tingkat keberhasilan dan kegagalan rata – rata seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tingkat Keberhasilan dan Kegagalan Alat

Pengujian	Tingkat Keberhasilan	Tingkat Kegagalan
Uji Coba Alat	85%	15%
Uji Ketebalan Cat	95%	5%
Rata - rata	90%	10%

Preventive Maintenance

Preventive maintenance dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan atau kerusakan pada alat. Kegiatan ini bisa dilakukan dengan cara:

Tabel 4. *Preventive Maintenance*

Periode	<i>Preventive Maintenance</i>
Harian	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan 5S setiap pagi dan sore • Melakukan inspeksi baik bagian dalam maupun bagian luar
Bulanan	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pelumasan bearing seal • Cek kondisi pneumatik

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari rancang bangun meja kerja *spraybooth* ini adalah:

1. Meja kerja *spraybooth* memiliki dimensi 1540 × 540 × 1420 [mm]
2. Poin ergonomi pada proses pengecatan (*painting*) *cylinder block* meningkat dari -3 menjadi 0
3. Waktu total yang dibutuhkan untuk proses pengecatan (*painting*) satu *cylinder block* berkurang dari 40 detik menjadi 33 detik.
4. Ketebalan cat pada posisi normal dan posisi miring sudah memenuhi standar ketebalan 15 – 30 μm.

DAFTAR PUSTAKA

1. R. G. J. Khurmi, Machine Design, New Delhi: Eurasia Publishing House (pvt) ltd : Ram Nagar, 2005
2. Popov, E. P. dan Z. Astamar, Mekanika Teknik (Mechanics Of Material) Edisi Kedua (Versi SI), Jakarta: Erlangga, 1984
3. Nalgeshi, Sunil Krishna, “*Design and Weight Optimization of Gravity Roller Conveyor*”, International Journal of Innovation in Engineering Research and Technology, Vol. 3 Issue 8, 2016
4. Pramono, Agus Edy, “Buku Ajar Elemen Mesin 1”, Jakarta: 2013
5. Pramono, Agus Edy, “Buku Ajar Elemen Mesin 2”, Jakarta: 2015
6. Abdullah, Mikrajuddin, “Fisika Dasar 1”, Bandung: 2016
7. Shinde, Suhas M dan R.B Patil, “*Design and Analysis of a Roller Conveyor System for Weight Optimization and Material Saving*”, International Journal on Emerging Technologies, 2012
8. Indriyanto, Rudy Febri.dkk, “*Rancang Bangun Sistem Pengepresan dengan Penggerak Pneumatik pada Mesin Press dan Potong Untuk Pembuatan Kantong Plastik Ukuran 400 x 550 mm*”, Jurnal Simetris, vol. 9 No. 2 2018
9. Chi Yueh dkk, “*Desk With Tilt Adjustable Tops*”, United States Patent Application Publication, US20060065167A1, 30 Maret 2006
10. Tempas Robert, “*Adjustable Pneumatic Desk*”, United States Patent Application Publication, US009380865B2, 5 Juli 2016
11. Carlsson Oscar dkk, “*Table Having Vertically Adjustable Top*”, United States Patent Office, US2585535, 10 Januari 1949
12. Dewees Thomas Gerre, “*Pneumatic Adjustable Height Table*”, United States Patent Application Publication, US8210109B1, 3 Juli 2012
13. Agee Michael, “*Height Adjustable Table*”, United States Patent Application Publication, US8256359, 4 September 2012
14. SMC the Pneumatic Catalog, North American Edition