

RANCANG BANGUN PROTOTYPE MESIN SORTIR BERDASARKAN BARCODE ID PADA PRODUK DI AREA PRODUKSI

Dean Anggara Putra¹

Gian Villany Golwa²

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana Jakarta

E-mail: anggara.dean@gmail.com

E-mail: giangolwa@gmail.com

Abstrak -- Pada ekonomi dunia yang kompetitif saat ini, operasi manufaktur harus bereaksi dengan cepat dan fleksibel untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan tetap mempertahankan atau meningkatkan daya saing berkaitan dengan biaya produksi mereka sendiri. Sementara itu, masih banyak industri yang menggunakan sistem manual untuk proses penyortiran dan pencatatan hasil output barang pada 1 line produksi yang memiliki beberapa jenis varian produk. Oleh karena itu sistem sortir produk berdasarkan barcode id yang diberikan pada kemasan produk merupakan solusi yang tepat untuk mempercepat dan meningkatkan efisiensi produksi di industri. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dibuat suatu prototype mesin sortir berdasarkan barcode id pada produk. Cara kerja sistem ini adalah dengan membedakan barang berdasarkan jenis setiap produk yang sudah diberikan dengan memanfaatkan barcode id pada setiap jenis produk. Berdasarkan hasil observasi pada proses industri multi-line masih ditemukan proses sortir produk dan pencatatan hasil output yang masih manual dan membutuhkan beberapa tenaga kerja, contoh; untuk 1 line yang outputnya terdapat 3 jenis varian produk yang berbeda harus disortir dan dicatat dengan membutuhkan 3 orang pekerja dengan produktifitas 4 pcs/menit dengan adanya sistem sortir otomatis produktifitas menjadi mengalami peningkatan kecepatan dan ketepatan hasil penyortiran sekitar 18pcs/menit produk per menit dan hanya menggunakan 1 orang sebagai operator.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam perkembangan teknologi di dunia industri saat ini banyak industri yang membutuhkan konsistensi bekerja yang tinggi untuk melakukan berbagai macam pekerjaan, salah satunya adalah aktivitas di area sortir seperti pada area produksi maupun di area pergudangan. Umumnya proses sortir saat ini masih banyak dilakukan manual yang dikerjakan oleh tenaga manusia sehingga masih faktor negatif yang dilihat masih mempengaruhi hal tersebut, seperti faktor *human error*, kurangnya kerapian, waktu dan tenaga yang dibutuhkan masih banyak sehingga dirasa masih kurang efisien. (Kulkarni, Bhosale, Bandewar, & Firame, 2016)

Dengan perkembangan mikrokontroler yang demikian pesat dari waktu ke waktu mengharuskan kita agar memahami teknologi tersebut, minimal mengetahui dasarnya dan cara penggunaannya. Dengan menggunakan mikrokontroler sebagai alat kontrol untuk sebuah alat sortir pada area produksi maupun di area pergudangan maka penghematan biaya operasional dapat lebih ditekan lagi dibandingkan dengan menggunakan tenaga sumber daya manusia. (Ardimansyah & Bagenda, 2014)

Pada tugas akhir ini, penulis akan membahas bagaimana melakukan perancangan sebuah

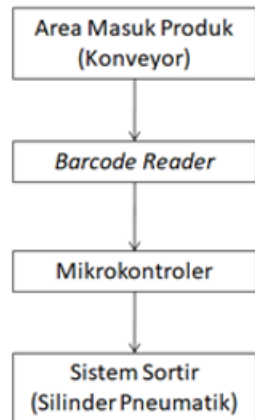
mesin sortir berbasis barcode untuk melakukan kualitas cek terhadap produk berdasarkan barcode seperti untuk pengecekan barcode yang salah, ini bertujuan untuk menghindari ada produk yang tercampur dalam di sebuah gate atau area yg dituju dan untuk pengecekan barcode yang rusak atau tidak terbaca, ini bertujuan agar barcode yang kondisinya rusak dan tidak tercetak sempurna dapat tersortir pada alat sortir tersebut sehingga produk yang sampai ke tangan pelanggan adalah produk yang benar.

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut kamus besar bahasa Indonesia sortir adalah proses memilah, secara deskripsi sortir merupakan proses menyusun kembali objek yang seharusnya disusun dengan suatu pola tertentu, sehingga tersusun secara teratur menurut aturan tertentu.

Fungsi dari mesin sortir adalah untuk memilah dan memindahkan barang berdasarkan *barcode* id ke *bin* yang sudah di tentukan atau di *setting* terlebih dahulu pada PC atau *smartphone* yang terhubung pada jaringan internet yang nantinya datanya diolah oleh mikrokontroler yang terintegrasi dengan sistem pneumatik, dengan cara produk masuk melalui konveyor untuk selanjutnya terjadi proses pembacaan *barcode* id pada produk

oleh *barcode reader* lalu data dari *barcode id* yang telah terbaca tersebut dikirimkan pada mikrokontroler untuk diolah berupa perintah atau sinyal ke sistem pneumatik untuk menggerakkan silinder yang akan memilah, memindahkan, atau *mereject* barang yang memang tidak sesuai dengan sistem yang telah ditetapkan sebelumnya kepada area atau *bin* yang sudah disediakan sesuai dengan identifikasi dari barcode yang telah ditetapkan. (Kulkarni et al., 2016)



Gambar 1.1 Prinsip Kerja Mesin (Kulkarni et al., 2016)

Konveyor

Konveyor adalah salah satu jenis alat yang berfungsi untuk mengangkut atau memindahkan bahan-bahan industri yang berbentuk padat. Konveyor terdiri dari ban berbentuk bulat menyerupai sabuk yang diputar oleh motor.

Barcode Reader

Pengertian dari Barcode secara harfiah berasal dari bahasa Inggris, yaitu *bar* artinya batang sedangkan *code* artinya sandi/kode. Barcode Reader dapat diartikan sebagai alat pembaca sekumpulan code yang berbentuk spasi dan garis-garis, dimana masing-masing ketebalan setiap spasi dan garisnya berbeda sesuai dengan isi code tersebut. (Widayati, Komputer, & Code, 2015)

Barcode atau kode batang adalah suatu kumpulan data optik yang dibaca mesin. Sebenarnya, kode batang ini mengumpulkan data dalam lebar (garis) dan jarak garis paralel dan dapat disebut sebagai kode batang atau simbologi linear atau 1D (1 dimensi). Tetapi juga memiliki bentuk persegi, titik, heksagon dan bentuk geometri lainnya di dalam gambar yang disebut kode matriks atau simbologi 2D (2 dimensi). Selain tak ada garis, sistem 2D

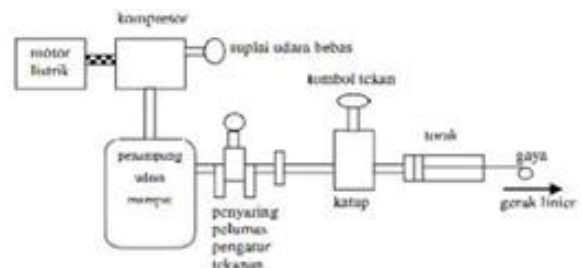
sering juga disebut sebagai kode batang. (Beki Subaeki, 2016)

Mikrokontroler

Pada proses pemrograman pada mikrokontroler perancangan yang digunakan berbeda-beda tergantung dari jenis dan merk mikrokontrolernya itu sendiri, contoh saja mikrokontroler raspberry, mikrokontroler tersebut menggunakan bahasa pemrograman Python. Raspberry Pi adalah komputer papan tunggal (Single Board Circuit atau SBC) yang memiliki ukuran sebesar kartu kredit.

Raspberry Pi bisa digunakan untuk berbagai keperluan, seperti spreadsheet, game, bahkan bisa digunakan sebagai media player karena kemampuannya dalam memutar video high definition. Manfaat lainnya adalah bisa dibuat sebuah mini kit yang bisa dijadikan computer mini. "Fungsi OS Raspberry Pi bisa bermacam-macam, salah satunya linux debian yang telah dipaket minikan. (Desmira & Aribowo, 2016)

Sistem Pneumatik



Gambar 1.2 Sistem Pneumatik (Desmira & Aribowo, 2016)

Pneumatik adalah ilmu yang mempelajari gerakan atau perpindahan udara dan gejala atau fenomena udara. Dengan kata lain pneumatik mempelajari tentang gerakan udara yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga dan kecepatan. (Antoni & St, 2014)

Produktifitas Alat

Produktivitas dirumuskan sebagai hasil perbandingan antara keluaran (output) dan masukan (input). Produktivitas juga dapat dirumuskan sebagai hubungan antara hasil kerja (jumlah satuan produksi, misalnya m 3 kayu) dengan waktu yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut (jumlah satuan waktu, misalnya jam kerja). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas kerja diantaranya adalah faktor lapangan yaitu

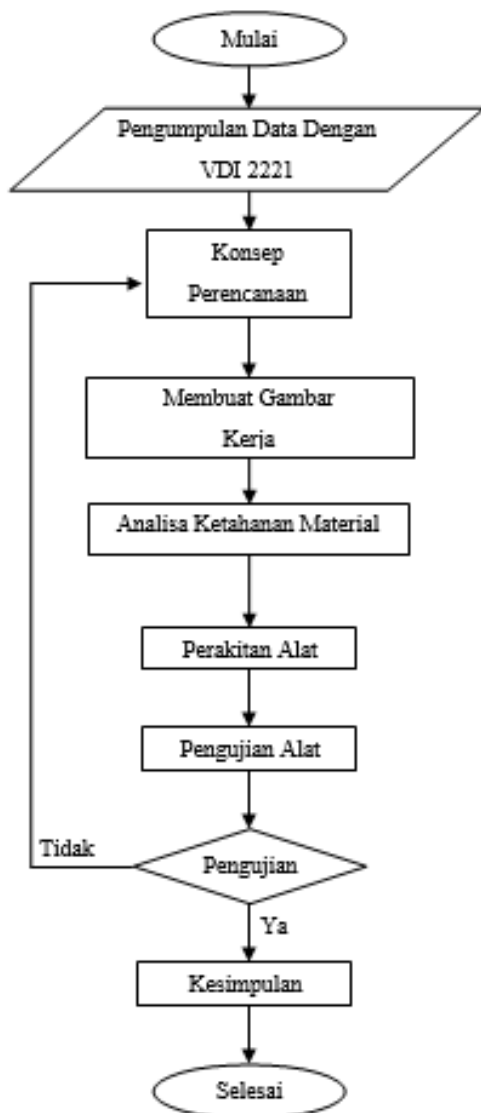
letak geografi areal kerja, iklim, cuaca, tegakan hutan dan kondisi lapangan berupa daya dukung tanah, konfigurasi permukaan tanah dan kemiringan lapang. Faktor yang umumnya mempengaruhi produktivitas dalam pemanenan kayu yaitu: objek kerja, metode/sistem kerja, keadaan lingkungan kerja, organisasi kerja, dan pekerjanya. Hasil perhitungan produktivitas alat per hari di IUPHHK-HA PT Wijaya Sentosa disajikan pada Tabel. (Wida Ningrum, 2014)
 Pengujian produktivitas alat dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{V}{W}$$

P = Produktivitas (m³/jam)
 V = Volume Produksi persiklus (m³)
 W = Waktu Siklus (menit)

(Wida Ningrum, 2014)

METODOLOGI PELAKSANAAN



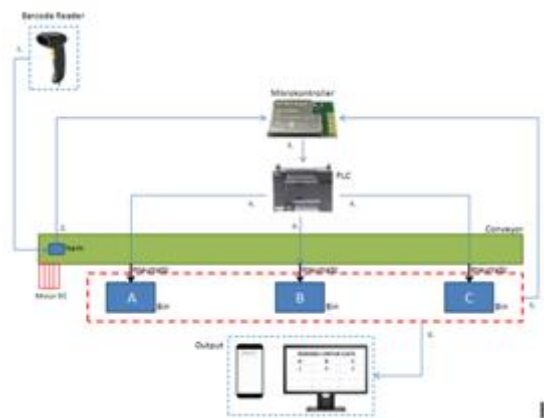
Gambar 2.1 Diagram Alir Pelaksanaan

Metode Pengumpulan Data Dengan VDI 2221

Pada penelitian ini penulis akan menggunakan metode VDI 2221. Langkah kerja dalam metode VDI 2221 :

- a) Penjabaran tugas (*Classification of task*)
- b) Penentuan konsep rancangan (Konseptual desain) Meliputi tiga langkah kerja, yaitu:
 - Menentukan fungsi dan strukturnya.
 - Mencari prinsip solusi dan strukturnya.
 - Menguraikan solusi menjadi varian yang dapat direalisasikan.
- c) Perancangan wujud (*Embodiment desain*)
- d) Perancangan rinci (Detail desain)

Konsep Perencanaan



Gambar 2.2 Konsep Perencanaan Mesin Sortir Berdasarkan Barcode ID

Keterangan :

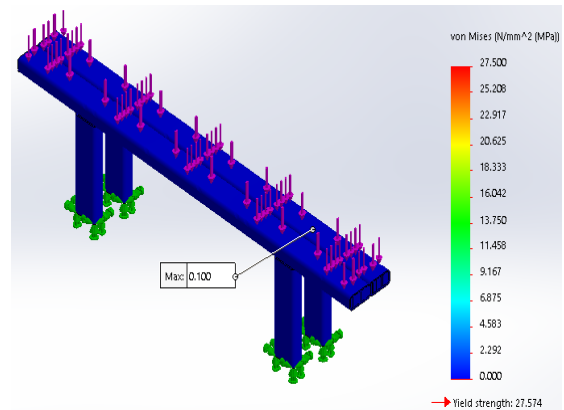
1. Barcode reader membaca barcode produk
2. Data barcode ditransfer ke Mikrokontroler
3. Mikrokontroler memberikan sinyal karakteristik barcode ke PLC
4. PLC meneruskan perintah kepada pneumatic untuk mengarahkan produk ke gate yang dituju.
5. Data jumlah produk per-gate di transfer ke Mikrokontroler
6. Mikrokontroler mentrasfer data *counting* produk per-gate untuk di tampilkan di *display*.

Spesifikasi Mesin

1. Dioperasikan 1 operator
2. Terdapat 3 bin untuk 3 varian barcode dan 1 bin untuk produk yang salah barcode dan barcode yang tidak terbaca
3. Mudah dalam penggantian identitas atau karakteristik barcode yang akan disortir.
4. Mampu menyortir produk dengan dimensi maksimal 100x100x80 mm dengan berat maksimal 800gr.
5. Terdapat tampilan output data berupa jumlah pada bin A, B, C dan bin NG secara realtime.
6. Menggunakan konveyor tipe belt dan kerangka aluminium profile

Analisa Ketahanan Material

Frame Utama



Gambar 3.1 Material Stress

PEMBAHASAN

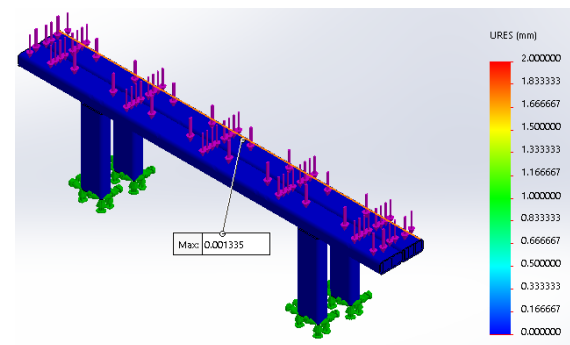
Pengumpulan Data Dengan VDI2221

Daftar Kehendak :

- Mudah dioperasikan
- Alat dapat mensortir produk berdasarkan barcode id
- Alat dapat memilah kualitas produk dan kesalahan jenis produk berdasarkan barcode id
- Prototype dapat menggambarkan secara keseluruhan dari kegunaan alat
- Instalasi alat mudah
- Alat dioperasikan oleh satu operator
- Material dan komponen alat mudah didapat
- Aman untuk digunakan
- Tidak memerlukan keahlian khusus untuk mengoperasikan alat tersebut
- Dapat diatur atau diubah barcode id yang akan disortir
- Dapat menghemat biaya operasional
- Alat dapat mengurangi tingkat kesalahan atau human error dalam pengelompokan atau penyortiran produk
- Alat dapat meningkatkan produktifitas dan efisiensi kerja

Tabel 3.1 Abstraksi V

PARAMETER	SPESIFIKASI	DEMANDS (D) / WISHES (W)
FUNGSI	Dapat mensortir produk berdasarkan barcode id	D



Gambar 3.2 Material Depleksi

- Analisa 1
Menggunakan produk dengan ukuran 100x100x80mm, dengan berat 400 gr yang diasumsikan dalam konveyor terdapat 5 produk secara bersamaan. Didapatkan hasil material stress Maksimal adalah 0.06 Mpa dengan batasan maksimal yield strength material aluminium adalah 27,574 Mpa dengan depleksi maksimal 0.000501 mm.

- Analisa 2

Tabel 3.2 Tabel Simulasi Frame

Analisa	Berat Total Produk (gr)	Material Stress (MPa)	Material Depleksi (mm)
1	400	0,06	0,000501
2	600	0,1	0,000834
3	800	0,161	0,001335

Menggunakan produk dengan ukuran 100x100x80mm, dengan berat 600 gr yang diasumsikan dalam konveyor terdapat 5 produk secara bersamaan. Didapatkan hasil material *stress* Maksimal adalah 0.1 Mpa dengan batasan maksimal yield strenght material alumunium adal 27,574 Mpa dengan depleksi maksimal 0,000834 mm

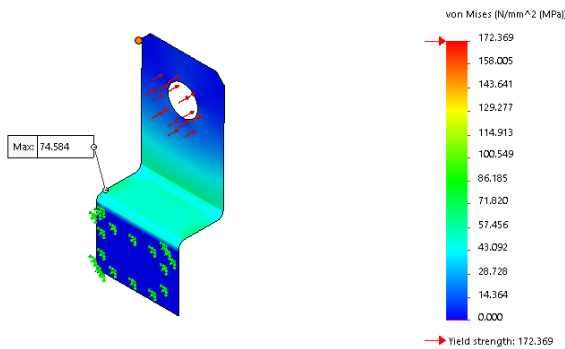
- Analisa 3
Menggunakan produk dengan ukuran 100x100x80mm, dengan berat 800 gr yang diasumsikan dalam konveyor terdapat 5 produk secara bersamaan. Didapatkan hasil material *stress* Maksimal adalah 0.1 Mpa dengan batasan maksimal yield strenght material alumunium adal 27,574 Mpa dengan depleksi maksimal 0,000834 mm

atau 43.5 psi dengan Tumpuan pada dudukan pneumatik adalah bagian permukaan yang bersentuhan langsung dengan alumunium profil, stress material terjadi hanya 0.84mm masih jauh dari batas maksimal material yang diizinkan

Tabel 3.2 Tabel Simulasi Dudukan Pneumatik

Pressure (Bar)	Material Stress (MPa)	Material Depleksi (mm)
3	74.584	0.84

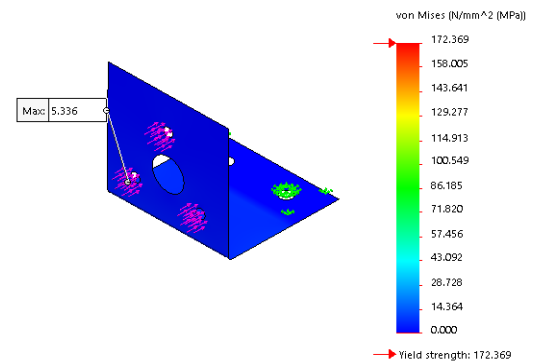
Dudukan Pneumatik



Gambar 3.3 Material Stress

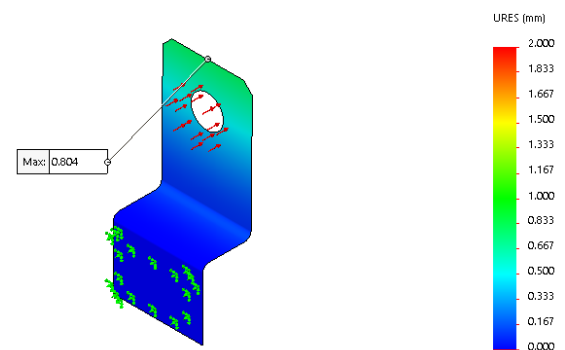
Dudukan pneumatik dengan material *stainless steel* 201 sebagai penahan dari tekanan yang terjadi oleh silinder pneumatik adalah 3 bar atau 43.5 psi dengan Tumpuan pada dudukan pneumatik adalah bagian permukaan yang bersentuhan langsung dengan alumunium profil, stress material terjadi hanya 74.584 Mpa masih jauh dari batas maksimal material.

Dudukan Motor



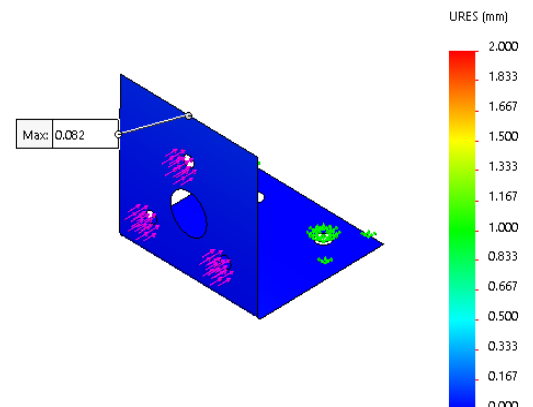
Gambar 3.5 Material Stress

Dudukan pneumatik dengan material *stainless steel* 201 sebagai penahan dari tekanan yang terjadi oleh berat motor adalah 2 kg dengan tumpuan pada dudukan motor adalah bagian permukaan yang bersentuhan langsung dengan alumunium profil, stress material terjadi hanya 5.336 Mpa masih jauh dari batas maksimal material.



Gambar 3.4 Material Depleksi

Dudukan pneumatik dengan material *stainless steel* 201 sebagai penahan dari tekanan yang terjadi oleh silinder pneumatik adalah 3 bar



Gambar 3.6 Material Depleksi

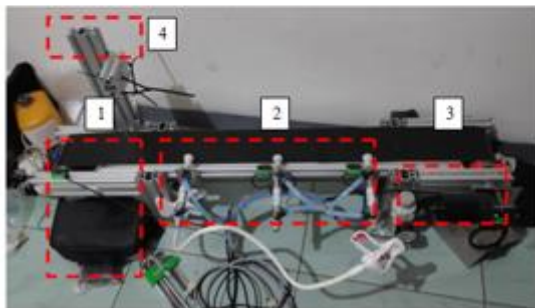
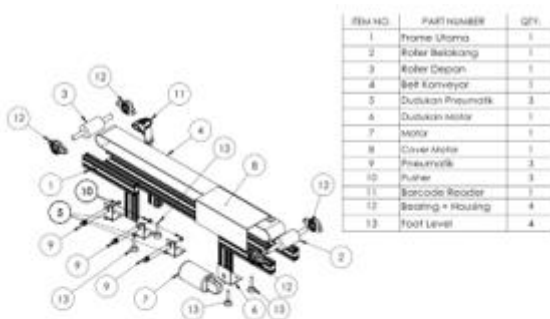
Dudukan motor dengan material *stainless steel* 201 sebagai penahan dari tekanan yang terjadi

oleh berat motor adalah 2 kg dengan tumpuan pada dudukan motor adalah bagian permukaan yang bersentuhan langsung dengan alumunium profil, stress material terjadi hanya 0.082mm masih jauh dari batas maksimal material.

Tabel 3.3 Tabel Simulasi Dudukan Pneumatik

Pressure (Bar)	Material Stress (MPa)	Material Depleksi (mm)
3	5.336	0.082

Perakitan Alat



Gambar 3.7 Prototype Mesin Sortir

1. Area operator
Tempat operator melakukan pemindaian barcode id pada produk, alat pindai atau *barcode reader* dapat dioperasikan dengan cara digenggam langsung oleh operator atau bisa di letakan pada dudukan.
2. Area Sortir
Tempat atau area pemilahan produk ke bin yang telah ditentukan pada pengaturan sebelumnya. Penyortiran dilakukan oleh 3 silinder pneumatik yang diberikan bantalan untuk meminimalisir kerusakan akibat dari dorongan yang dilakukan oleh silinder pneumatik.

3. Motor Penggerak
Pemasangan motor penggerak pada dudukan motor sebagai penahan, motor langsung terkoneksi pada poros *pulley* penggerak 1 dan diujung terdapat 1 *pulley* penggerak sabuk konveyor.
4. Dudukan Panel Kontrol
Pemasangan panel kontrol langsung pada alumunium profil 60x30mm

Pengujian Alat

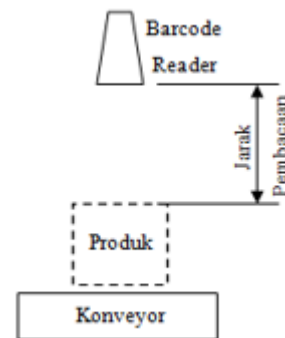
Barcode Reader

Pengujian pembacaan *barcode id* pada produk terhadap *barcode reader* dibatasi pada jarak antara 1 cm sampai dengan 15 cm. Data dari hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel berikut

Tabel 3.4 Tabel Pengujian Jarak Pembacaan Barcode

No.	Jarak Pembacaan (cm)	Hasil
1	0 – 1.7	Tidak Terbaca
2	3	Terbaca
3	7	Terbaca
4	11	Terbaca
5	15	Maksimal Terbaca

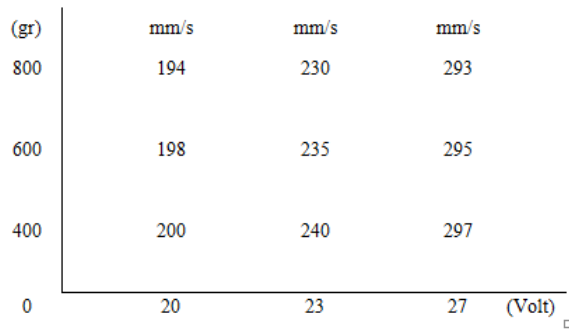
:



Gambar 3.8 Ilustrasi Jarak Pembacaan Barcode

Kecepatan Motor

Pengujian kecepatan motor (rpm) pada alat ini adalah membuat 3 kecepatan motor yang berbeda dengan merubah tegangan VDC dengan range 20 V sampai dengan 27 V dengan variant berat produk 400gr, 600gr dan 800gr yang diukur dengan alat pengukur kecepatan atau taco meter.



Gambar 3.9 Grafik Kecepatan Konveyor Mengacu pada Voltase Terhadap Berat Produk

Keakurasian Alat

Keterangan :

- K = Tipe Barkode Material Kertas
- P = Tipe Barkode Material Plastik
- X = Barcode Salah

Tabel 3.5 Pengujian Keakurasian Alat

Tegangan jarak barcode scanner	Barcode A (pcs)		Barcode B (pcs)		Barcode C (pcs)		Barcode X (pcs)		Persentase Kesalahan (%)
	K	P	K	P	K	P	K	P	
20 V/3cm	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	15
20 V/7cm	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	0
20 V/15cm	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	92.5
23 V/3cm	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	0
23 V/7cm	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	0
23 V/15cm	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	95
27 V/3cm	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	0
27 V/7cm	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	0
27 V/15cm	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	87.5

Produktifitas Alat

Tabel 3.6 Pengujian Sortir Manual

	Qty. (pcs)	Total Waktu (detik)	Persentase kesalahan (%)
Barcode A	10	132	0
Barcode B	10		
Barcode C	10		
Barcode X	10		

Pengujian produktifitas alat dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{V}{W}$$

- P = Produktivitas (Pcs/detik)
- V = Volume Produksi persiklus (pcs)
- W = Waktu Siklus (detik)

$$P = \frac{V}{W} = \frac{40}{132} = 0.3 \text{ pcs/detik} \sim 18.1 \text{ pcs/menit}$$

Efisiensi Mesin Sortir

Dalam pengujian efisiensi *prototype* mesin sortir berdasarkan *barcode id* dibuat 2 perbandingan pengujian dengan alat dan sortir manual. Hasil uji efisiensi *prototype* mesin sortir dinyatakan lebih efisien berdasarkan produktifitasnya lebih besar dibandingkan produktifitas dari sortir manual, yakni *prototype* mesin sortir berdasarkan *barcode id* memiliki produktifitas sebesar 18.1 pcs/menit dan sortir yang dilakukan secara manual memiliki tingkat produktifitas sebesar 4 pcs/menit atau *prototype* mesin sortir jauh lebih besar 4.5 kali lebih besar dibandingkan dengan cara sortir yang dilakukan secara manual.

$$\text{Efisiensi Alat} = P (\text{Alat}) : P (\text{Manual})$$

$$= 18.1 : 4$$

$$= 4.02 \sim 4$$

$$= (\text{Alat } 4x \text{ lebih efisien})$$

Perhitungan Biaya Perbaikan

Biaya perbaikan atau *repair cost* (Cr) diperoleh dari biaya tenaga kerja ditambah biaya komponen, seperti persamaan dibawah ini:

$$Cr = \text{Total Biaya Komponen} / \text{Jumlah Komponen yang diganti}$$

$$Cr (a) = \text{Rp.400.000} / 2$$

$$= \text{Rp.200.000} / \text{Kerusakan kelas A}$$

Kerusakan pada :

- Tension Roler = Rp.250.000

- PVC Belt = Rp.150.000

$$Cr (b) = \text{Rp.2.230.000} / 5 = \text{Rp.557.500} /$$

Kerusakan kelas B

Kerusakan pada :

- Tension Roler = Rp.250.000

- PVC Belt = Rp.150.000

- Motor DC = Rp.225.000
- Pneumatik = Rp.1.605.000

Cr (c) = Rp.17.620.000 / 24 = Rp.734.166 /
Kerusakan kelas C
Kerusakan pada pada semua komponen

$$B = N / T_b$$

$$= 1 / 8,085 \text{ (Asumsi)}$$

$$= 0,123$$

$$TCr (a) = B \times Cr (a)$$

$$= 0.123 \times Rp.200.000$$

$$= Rp. 24.600, \text{ perbulan}$$

$$TCr (b) = B \times Cr (b)$$

$$= 0.123 \times Rp.557.500$$

$$= Rp. 68.572, \text{ perbulan}$$

$$TCr (c) = B \times Cr (c)$$

$$= 0.123 \times Rp.734.166$$

$$= Rp. 90.302, \text{ perbulan}$$

Perhitungan Biaya Perawatan

Biaya perawatan preventif (*Cm*) adalah biaya yang dikeluarkan setiap perawatan rutin mesin, meliputi biaya tenaga kerja dan biaya perawatan. Karyawan dibayar setiap bulan, sehingga biaya tenaga kerja diabaikan. Sedangkan biaya perawatan meliputi biaya pelumasan dan komponen kecil lain, seperti :

Tabel 3.7 Perhitungan Biaya Perawatan Mesin

No.	Peralatan	Harga (Rp)
1	Kain dan Bahan Pelumas	25.000
2	Komponen Kecil (baut, sekrup, dll.)	15.000
	Total	40.000

$$TCm = (N \times Cm) / n$$

$$= (1 \times 40.000) / 1$$

$$= Rp. 40.000$$

Jadi biaya total perawatan perbulan adalah :

$$TMC(n) = TCr(n) + TCM (n)$$

$$= Rp. 90.302 + Rp. 40.000$$

$$= Rp. 130.302$$

Perhitungan Biaya Pemakaian Listrik

Biaya pemakaian listrik dilihat dari semua komponen yang terdapat pada *prototype* mesin sortir berdasarkan *barcode id* pada produk dan dihitung menggunakan asumsi golongan P-1/TR 6.600 VA – 200 kVA dengan

tarif Rp 1.467,28 per kWh dengan 24 jam proses penyortiran selama 25 hari dalam sebulan.

Tabel 3.8 Tabel Kebutuhan Daya Komponen

No.	Komponen	Daya (Watt)
1	Motor	40
2	Kompresor	750
3	Solenoid Valve	6,5
4	Mikrokontroler	1
5	PLC	13
6	Barcode Reader	2
7	Display Monitor	20
	Total	832,5

$$= 832,5 \times 24 \text{ jam} = 19.980 \text{ watt}$$

$$= 19,980 \text{ kWh/hari}$$

$$= 499,5 \text{ kWh/bulan}$$

Dengan demikian bisa kita ketahui konsumsi listrik untuk mesin sortir tersebut adalah 499,5 kWh/bulan, dengan tarif listrik per kWh pada bulan agustus 2019 adalah Rp 1.467,28, maka total biaya yang diperlukan untuk mesin sortir beroperasi dalam satu bulan (asumsi 25hr kerja) dengan 24 jam *nonstop* maka di dapat total biaya tersebut adalah :

$$= 499,5 \text{ kWh/bulan} \times Rp. 1.467,28$$

$$= Rp. 732.906,36 / \text{bulan}$$

Perhitungan Biaya Sortir Manual

Sortir manual menggunakan metode penyortiran dengan menggunakan 2 tenaga kerja, yaitu :

1. Tenaga kerja pertama bertugas untuk memilah produk *barcode id* A, B, C dan produk salah.
2. Tenaga kerja kedua bertugas untuk memindahkan hasil pemilahan tenaga kerja pertama ke masing-masing *bin*.

Dengan asumsi rata-rata pekerja dengan upah Rp.4.000.000 per-bulan dan tunjangan hari raya sebesar 1x upah sebulan, jadi :

$$\text{Total biaya sortir per-bulan} = \text{Jumlah tenaga kerja} \times (\text{Upah per-bulan} + [\text{upah per-bulan}/12])$$

$$= 2 \times (Rp.4.000.000 + [Rp.4.000.000 / 12])$$

$$= 2 \times (Rp.4.000.000 + Rp.333.333)$$

$$= 2 \times (Rp.4.333.333)$$

$$= Rp.8.666.666 \text{ per-bulan}$$

Efisiensi Biaya Operasional Penyortiran

Efisiensi biaya operasional penyortiran berdasarkan dari perbandingan antara menggunakan mesin sortir dan sortir manual :

1. Biaya operasional sortir manual yang dibutuhkan dalam satu bulan adalah Rp.8.666.666
2. Biaya operasional mesin sortir yang dibutuhkan dalam satu bulan, dengan asumsi ketahanan mesin 3 tahun adalah :

$$= \text{Harga mesin} + \text{biaya perbaikan} + \text{biaya perawatan} + \text{biaya listrik}$$

$$= (\text{Rp.17.620.000}/36) + \text{Rp.90.302} + \text{Rp.130.302} + \text{Rp. 732.906}$$

$$= \text{Rp.1.442.954}$$

Dengan perbandingan biaya operasional antara sortir manual perbulan adalah Rp.8.666.666 dengan sortir menggunakan mesin perbulan adalah Rp.1.442.954, dapat disimpulkan sortir menggunakan mesin 6 kali lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan metode sortir manual.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan prototype mesin sortir berdasarkan *barcode id* pada produk, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Ketahanan material dudukan material pada frame utama (Maksimal stress 0.161 MPa dari yield strength yang di izinkan 27.574 MPa dan maksimal depleksi 0.000834mm dari depleksi yang diizinkan 2mm), dudukan pneumatik (Maksimal stress 74.584 MPa dari yield strength yang di izinkan 172.369MPa dan maksimal depleksi 0.84mm dari depleksi yang diizinkan 2mm) dan dudukan motor (Maksimal stress 5.336 MPa dari yield strength yang di izinkan 172.369MPa dan maksimal depleksi 0.082mm dari depleksi yang diizinkan 2mm).

2. Pengujian penyortiran produk pada area pembacaan oleh *barcode reader* dengan kondisi mesin sortir dengan motor pada kecepatan voltase 23V/Rpm 67.9/235m/s, jarak pembacaan *barcode id* 7cm menghasilkan 0% kesalahan pembacaan *barcode id*.
3. Hasil dari sistem penyortiran secara otomatis ini lebih produktif dan efisien dengan nilai produktifitas sebesar 18.1 pcs/menit atau 4.5 kali lebih besar dibandingkan dengan sortir manual dengan nilai produktifitas 4pcs/menit dan jauh lebih besar 4.5 kali lebih besar dibandingkan dengan cara sortir yang dilakukan secara manual yaitu dengan nilai produktifitas 4 pcs/menit. perbandingan biaya operasional antara sortir manual perbulan adalah Rp.8.666.666 dengan sortir menggunakan mesin perbulan adalah Rp.1.442.954, dapat disimpulkan sortir menggunakan mesin 6 kali lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan metode sortir manual.

Saran

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Menggunakan gear box agar kecepatan dapat dibuat rasio dan putaran motor lebih halus.
2. Hasil output dari sistem penyortiran dapat ditampilkan dan dikendalikan melalui gadget atau berbasis android agar proses pengaturan dan proses penyortiran data lebih mudah untuk diakses.
3. Diberi sensor setelah pembacaan *barcode reader* supaya dapat terdeteksi saat ada atau tidak ada produk saat *barcode reader* gagal dalam pembacaan *barcode id*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anhar Khalid, H. R. (2016). Rancang Bangun Simulasi Sistem Pneumatik Untuk Pemindah, *16*(1), 39–44.
- Antoni, A., & St, A. (2014). Perancangan Simulasi Sistem Pergerakan Dengan Pengontrolan Pneumatik Untuk Mesin Pengamplas Kayu Otomatis. *Jurnal Rekayasa Sriwijaya*, *18*(3), 21–28.
- Aosoby, R., Rusianto, T., & Waluyo, J. (2016). Perancangan Belt Conveyor sebagai Pengangkut Batubara dengan Kapasitas 2700 Ton / Jam, *3*, 45–51.
- Ardimansyah, M. I., & Bagenda, D. N. (2014). Perbedaan Warna Menggunakan Led Rgb Dan Ldr Berbasis. *PROTOTIPE ALAT SORTIR BOLA BERDASARKAN PERBEDAAN WARNA MENGGUNAKAN LED RGB DAN LDR BERBASIS MIKROKONTROLER*, 1–6. <https://doi.org/10.3892/or.2011.1399>
- Beki Subaeki, M. R. J. (2016). Barcode Scanner Untuk Smartphone. *Informatika Jurnal*, *III*(1), 107–116.
- Desmira, & Aribowo, D. (2016). Wireless Menggunakan Mikrokontoller Avr Atmega328 Dan Fuzzy Logic. *Sismetris*, *7*(2), 707–716.
- Djunaidi, M., Bakdiyono, E., Sambong, D., & Batang, K. (2012). MENGGUNAKAN METODE PREVENTIVE, *11*(2), 198–208.
- Kulkarni, S. V, Bhosale, S. R., Bandewar, P. P., & Firame, P. G. B. (2016). Automatic Box Sorting Machine, *4*(04), 57–58.
- Sudipto. (2017). Gravity Roller Conveyor. *Titan Conveyors*, (May). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30579.73769>
- Tam, Æ., & Tam, Æ. (2014). Perencanaan Gear Box Dan Analisis Statik Rangka Conveyor Menggunakan Software Catia V5. *Perencanaan Gear Box Dan Analisis Statik Rangka Conveyor Menggunakan Software Catia V5*, 5–7.
- Teknik, F., Tulang, U., Teknik, F., & Muhammadiyah, U. (2014). Desain belt conveyor untuk pencurahan material dengan kapasitas 125 ton per jam, lebar sabuk 400 mm dan volume angkut 96,154 ton per jam, (v).
- Ucok Mulyo Sugeng, R. H. (2017). Ucok Mulyo Sugeng *, Razul Harfi *, 17–27.
- Wida Ningrum. (2014). Produktivitas alat berat dan efisiensi waktu kerja kegiatan pemanenan kayu di iuphkh ha di papua barat wida ningrum.
- Widayati, Y. T., Komputer, F. I., & Code, B. (2015). Penggunaan barcode tidak asing lagi di industri di seluruh dunia . Hal ini untuk memudahkan pelaku industri dalam menjalankan usaha yang dimilikinya , barcode ini menyimpan data spesifikasi seperti kode produksi , nomor identitas , dll sehingga sistem kom, *1*(1), 85–100.