

## **ENGINEERING HOPPER DRYER BUFFER TOOL AT THE PLASTIC WORKSHOP OF POLYTECHNIC ATK YOGYAKARTA**

### **RANCANG BANGUN ALAT PENYANGGA *HOPPER DRYER* DI WORKSHOP PLASTIK POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA**

**Muhammad Ikhwan<sup>1\*</sup>, Diana Yuliasuti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Plastic and Rubber Processing Technology, Politeknik ATK Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia,

\* *Corresponding author:* ikhwan@atk.ac.id

#### **Abstract:**

Plastic Laboratory is one of laboratory at ATK Polytechnic Yogyakarta. Plastic Workshop has several machines including hopper dryer machines that cannot be functioned because of the absence of supporting devices. The design of this hopper dryer support device aims to help the process of operating the hopper dryer that has been in the plastic workshop. This buffer tool is designed according to needs by taking into account the ergonomic value of the machine and plastic workshop room. The design of the Hopper Dryer buffer consists of a Hopper Dryer holder table and a plastic ore transport funnel. In this study, in order to achieve the results of the hopper dryer support device design as expected, several stages or design steps were prepared starting from determining the list of needs, determining concepts, designing components, making detailed technical drawings, materials used, making products and trials. From the analysis of the use of the hopper dryer buffer tool made, it can be concluded that with this buffer device, the hopper dryer that initially could not be functioned can finally be operated properly so that it can help the drying process of plastic ore to be processed on the Blow Molding machine. From the trials carried out with the maximum load, the hopper dryer capacity is safe to use so that if each production process only uses  $\frac{1}{4}$  of the maximum capacity, the resulting load voltage of 1029 N is still very safe to use.

**Keywords:** hopper dryer, design, ergonomic

#### **Intisari:**

Laboratorium Plastik merupakan salah satu Laboratorium Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik yang berada di Politeknik ATK Yogyakarta. Workshop Plastik memiliki beberapa mesin diantaranya mesin *hopper dryer* yang belum dapat difungsikan karena tidak adanya alat penyangga. Rancang bangun alat penyangga *hopper dryer* ini bertujuan untuk membantu proses pengoperasian *hopper dryer* yang sudah ada di workshop plastik. Alat penyangga ini di rancang sesuai dengan kebutuhan dengan memperhatikan nilai ergonomis dari mesin dan ruang workshop plastik. Rancang bangun alat penyangga *Hopper Dryer* terdiri dari meja dudukan *Hopper Dryer* dan sorong pengangkut bijih plastik. Pada penelitian ini agar tercapai hasil rancang bangun alat penyangga *hopper dryer* sesuai dengan yang diharapkan, maka disusunlah beberapa tahapan atau langkah-langkah perancangan yang dimulai dari penentuan daftar kebutuhan, penentuan konsep, perancangan komponen, pembuatan detail gambar teknik, material yang

digunakan, pembuatan produk dan uji coba. Dari analisa penggunaan alat penyangga *hopper dryer* yang dibuat, maka dapat diambil kesimpulan bahwa dengan adanya alat penyangga ini *hopper dryer* yang awalnya belum dapat difungsikan akhirnya dapat dioperasikan dengan baik sehingga dapat membantu proses pengeringan biji plastik yang akan diproses pada mesin *Blow Molding*. Dari uji coba yang dilakukan dengan beban maksimal kapasitas *hopper dryer* aman untuk digunakan sehingga apabila setiap proses produksi hanya menggunakan  $\frac{1}{4}$  dari kapasitas maksimal maka tegangan beban yang dihasilkan sebesar 1029 N masih sangat aman untuk digunakan.

**Kata Kunci:** *hopper dryer*, rancang bangun, ergonomis

## Pendahuluan

*Hopper Dryer* adalah wadah penyimpanan bahan plastik yang menggunakan pemanas dan kipas dimana dipakai untuk mengeringkan bahan plastik, terutama bahan yang mudah menyerap air khususnya bahan : ABS. ABS (*Akrlonitril Butadiena Stiren*) itu sendiri ialah polimer organik pembentuk plastik yang cukup mempunyai kekuatan dan pewarna pada material plastik. Tujuan pada *Hopper Dryer* yaitu tujuannya untuk menguapkan uap air yg terdapat didalam tabung (menghindari cacat pada material dan cacat pada cetakan akibat pemanasan dan tekanan yg tinggi pada saat memasuki cetakan) dan mempercepat proses pelelehan material dengan menaikkan temperatur pada tabung sebelum dimasukkan kedalam cetakan. Proses transport material dari kantong penyimpanan kedalam dryer, lalu dilanjutkan dari *dryer* ke *machine hopper* dilakukan dengan bantuan *Vakum Loader* [1].

Penggunaan *Hopper Dryer* di Workshop Plastik untuk mendukung proses produksi pada mesin *blow molding*. Mesin *blow molding* pada workshop plastik menggunakan type *Suzhou Tongda Machinery Co.Ltd HTS/5L*, dimana mesin ini belum dilengkapi dengan *drayer* pada bagian *hoppinya* [2].

Rancang adalah kegiatan yang memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik. Bangun adalah kegiatan menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun sebagian. Rancang bangun adalah proses pembangunan sistem untuk menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun hanya sebagian [3].

Rancang bangun alat penyangga *hopper dryer* ini bertujuan untuk membantu proses pengoperasian *hopper dryer* yang sudah di workshop plastik, dimana sebelumnya alat ini belum bisa difungsikan karena belum memiliki penyangga. Alat penyangga ini di rancang sesuai dengan kebutuhan dengan memperhatikan nilai ergonomis dari mesin dan ruang workshop plastik. Berikut spesifikasi mesin *blow molding* dan *hopper dryer* yang ada di workshop plastic:

**Tabel 1.** *Blow Molding Machine Specifications*

No.	Parameters	Unit	Specifications
1	MERЕК		Suzhou Tongda Machinery Co.Ltd
2	<i>Max. Product Volume</i>	5	L
3	<i>Production Capacity</i>	pc/h	700
4	<i>Screw Diameter</i>	mm	70

5	<i>Screw L/D Ratio</i>	L/D	25
6	<i>View-stripe Screw Diameter</i>	mm	25
7	<i>Plasticating Capacity</i>	kg/h	70
8	<i>Max. Die Mouth Diameter</i>	mm	145
9	<i>Mold Thickness Range</i>	mm	150-250
10	<i>Max. Size of Mold (width*height)</i>	mm	440*420
11	<i>Clamping Force</i>	KN	110
12	<i>Size of Machine</i>	m	3.6*2.15*2.58
13	<i>Weight of Machine</i>	Ton	5



**Gambar 1.** *Blow Molding Machine* pada Workshop Plastik



**Gambar 2.** *Hopper Dryer Machine* pada Workshop plastic

**Tabel 2.** *Hopper Dryer Specification*

No.	<i>Parameters</i>	<i>Specifications</i>
1	<i>Made in</i>	China
2	<i>Model</i>	XHD 100E

No.	Parameters	Specifications
3	Voltace	380 Volt
4	Heater Power	6 KW
5	Motor Power	250 W
6	Capacity	100 Kg
7	Weight	80 Kg

### Metode Penelitian

Pada penelitian ini agar tercapai hasil rancang bangun alat penyangga *hopper dryer* sesuai dengan yang diharapkan, maka disusunlah beberapa tahapan atau langkah-langkah perancangan yang dimulai dari penentuan daftar kebutuhan, penentuan konsep, perancangan komponen, pembuatan detail gambar teknik, material yang digunakan, dan pembuatan produk dan uji coba.

Penentuan daftar kebutuhan (tabel 3) dijadikan sebagai langkah awal dalam menentukan rancang bangun. Daftar kebutuhan rancangan dibuat berdasarkan spesifikasi produk *hopper dryer* (lihat Tabel 2) yang dibuat dan dilakukan melalui tahapan-tahapan berikut:

1. Menghapus pilihan keinginan pribadi (*wishes/W*).
2. Menghapus persyaratan (*demand/D*) yang tidak berpengaruh besar terhadap produk rancangan.
3. Mengubah data kuantitatif menjadi data kualitatif.
4. Menyamakan hasil dari langkah sebelumnya.
5. Merumuskan masalah menjadi bebas [4].

**Tabel 3.** Daftar kebutuhan rancangan alat penyangga mesin *Hopper Dryer*

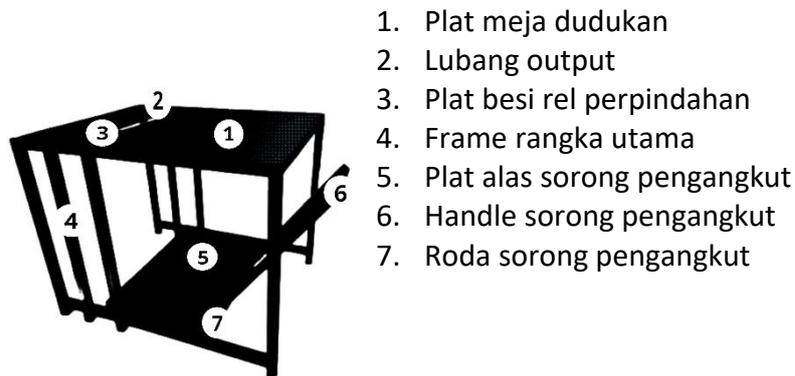
No	Daftar Kebutuhan	Kategori
1	Fungsional	
	Kerangka meja dudukan harus mampu menahan beban 180 kg	D
	Rel perpindahan alat dengan arah gerakan horizontal	D
	Bagian Sorong pengangkut mampu menahan beban 100 kg	D
	Panjang dan lebar produk memerlukan space minimum	W
2	<i>Material</i>	
	Frame menggunakan besi profile hollow pasaran umum	D
	Meja dudukan menggunakan plat bordes 2mm	D
	Bagian rel perpindahan menggunakan plat baja tempa 3cm	D
	Plat baja pada rel perpindahan dilengkapi lubang output	D
	Sorong pengangkut menggunakan roda besi	D
3	<i>Safety</i>	
	Mudah dalam mengoperasikan	D
	Kuat dan Aman	D
	Awet dan tahan lama dengan penggunaan yang tinggi	W
4	Manufaktur	W
	Komponen diproduksi dan dirakit sendiri	W
	Proses manufakturing sederhana	
5	Ergonomik	

No	Daftar Kebutuhan	Kategori
	Nyaman dipakai	D
	Ketinggian meja dudukan disesuaikan dengan tinggi badan pengguna	D
	Tidak membahayakan bagi pengguna maupun alat	D
6	Ekonomis	
	Menggunakan bahan yang ada dipasaran	D
	Menggunakan komponen yang sudah tersedia	D

Dari daftar kebutuhan tersebut maka didapat suatu konsep yang akan dibuat dan dikembangkan. Konsep rancangan alat penyangga dibuat guna mempermudah proses operasi *hopper dryer*. Konstruksi rangka pada alat penyangga *hopper dryer* dibutuhkan untuk memudahkan penggunaan *hopper dryer* seperti layaknya *hopper dryer* yang terpasang permanen pada mesin. Alat penyangga mesin *hopper dryer* direncanakan memiliki ukuran yang tidak terlalu besar sehingga tidak menyita banyak tempat serta mudah untuk dipindahkan dari tempat yang satu ke tempat yang lain.

Tahapan selanjutnya adalah merencanakan komponen pada rangka dan alas alat penyangga mesin *hopper dryer* serta sorong pengangkut. Perencanaan ini bertujuan untuk dijadikan pedoman dalam melakukan analisis kekuatan. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam merancang alat penyangga mesin *hopper dryer* adalah pertama kemudahan dalam penggunaan, kedua keamanan dan kenyamanan pengguna, ketiga proses pembuatan dan material yang digunakan.

Setelah perancangan alat penyangga *hopper dryer* selesai dibuat, maka tahapan selanjutnya adalah perancangan komponen yang mendukung struktur pada saat alat bekerja seperti pada gambar berikut:



**Gambar 3.** Komponen alat penyangga *hopper dryer*

Tahapan selanjutnya adalah pemilihan material yang digunakan. Pada rancang bangun alat penyangga *hopper dryer*, material yang digunakan adalah besi *hollow galvanise* dan besi *plat bordes*.

*Hollow* adalah material yang terbuat dari besi dengan rongga pada bagian dalamnya. *Hollow* berbentuk baja batangan memanjang dengan bagian tengah yang kosong atau berongga. Desainnya yang berongga tersebut membuat material ini memiliki bobot cukup ringan. Meski demikian, kekuatan dan kekokohnya sangat baik karena terbuat dari baja. Penampang material

ini berbentuk kotak. Pengaplikasiannya dalam konstruksi sangat luas mulai dari pembuatan pagar, kanopi, teralis, railing dan sebagainya. Desainnya yang simple juga sangat menarik untuk pembuatan material interior. Terdapat beberapa jenis besi *hollow* antara lain *galvalume*, *gypsum*, *galvanise*, *hollow* hitam [5].

Besi *hollow galvanis* berasal dari nama *Luigi Galvani dan Alessandro Volta*. Keduanya merupakan ilmuwan yang berasal dari Italia, yang berhasil menemukan sifat-sifat elektrokimia seng. Besi *hollow galvanis* saat ini dikenal juga dengan nama pipa kotak *galvanis*, pipa *hollow galvanis*, besi kotak *galvanis*, atau bahkan *hollow galvanis*. Karakteristik besi *hollow galvanis* yaitu memiliki warna yang lebih cerah serta memiliki ketahanan terhadap korosi yang lebih baik daripada besi *hollow* hitam. Lapisan *galvanis* ini terdiri dari 97% unsur coating zinc (seng), 1% unsur coating aluminium dan sisanya adalah unsur bahan lain. Kelebihan besi *hollow galvanis* antara lain [6]:

1. Melindungi besi atau baja terhadap karat dalam jangka waktu yang lama, karena memiliki lapisan seng yang relatif tebal.
2. Biaya pemeliharaan terhadap korosi rendah karena besi ini telah dilapisi oleh lapisan anti karat.
3. Tidak memerlukan pengecatan.
4. Permukaan besi atau baja lebih tahan terhadap goresan.
5. Melapisi hingga bagian dalam besi.

Plat bordes adalah plat baja dengan ketebalan yang bervariasi dengan ukuran 1,2 meter x 2,4 meter yang mempunyai kontur bergelombang. Plat bordes umumnya banyak digunakan dalam dunia konstruksi sebagai tangga dan lantai karena tekstur kembang yang berfungsi untuk mengurangi resiko tergelincir. Plat bordes terbuat dari baja, baja tahan karat atau galvanis dan baja hitam. *Plat bordes* biasanya dibuat dengan system hot rolling namun manufaktur modern juga membuatnya dengan system press atau tekanan [7].

Adapun material-material yang digunakan untuk komponen alat penyangga dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Daftar kebutuhan material alat

No	Nama Komponen	Material	Spesifikasi
1	Meja dudukan <i>hopper dyer</i>	Besi <i>Plat Bordes</i>	Ketebalan plat 2,3 mm
2	Plat besi rel perpindahan	Besi padat tempahan	Besi bawah 2,8 mm Besi atas 0,8 mm
3	Frame rangka utama	Besi <i>hollow galvanis</i>	Ketebalan dinding 2mm
4	Plat alas sorong pengangkut	Besi <i>Plat Bordes</i>	Ketebalan plat 2,3 mm
5	Handle sorong pengangkut	Besi <i>hollow galvanis</i>	Ketebalan dinding 2mm
6	Roda sorong pengangkut	Roda troli besi	Ukuran : 14.2x11.4x10 Berat : 2,38kg

Dari detail rancangan gambar, kemudian dapat dibuat komponen-komponen alat penyangga *hopper dryer* yang selanjutnya dirakit dengan material yang telah dipilih dan diuji coba. Seluruh proses kegiatan rancang bangun alat penyangga *hopper dryer* ini dilakukan langsung di Workshop Plastik Politeknik ATK Yogyakarta.

## Hasil dan Pembahasan

Alat penyangga *hopper dryer* merupakan suatu perkakas bantu yang dibutuhkan di workshop plastik Politeknik ATK Yogyakarta, guna mendukung sistem produksi pada mesin *blow molding*. Dengan menggunakan alat penyangga, *hopper dryer* yang sebelumnya belum bisa di fungsikan sekarang bisa bermanfaat dan membantu proses pengeringan bijih plastik sebelum diproses di mesin *blow molding*. Selain itu operator juga mudah menjalankan mesin *hopper dryer* karena dibuat sesuai kebutuhan dan nilai ergonomis.

Tujuan utama ergonomi adalah peningkatan produktivitas dan perlindungan kerja. Dengan kata lain, ergonomi menyangkut perancangan kerja dan kondisi kerja yang aman bagi kesehatan pekerja baik secara fisik maupun psikologis. Pemahaman tentang pentingnya peran ergonomi dalam dunia industri yang didasari oleh pengetahuan memadai tentang studi ergonomi yang bersifat multidisiplin seharusnya diikuti dengan upaya yang sungguh-sungguh untuk menerapkannya dalam operasi perusahaan sesuai dengan kondisi lingkungan perusahaan [8].

Rancang bangun alat penyangga *Hopper Dryer* terdiri dari meja dudukan *Hopper Dryer* dan sorong pengangkut bijih plastik. Meja dudukan *Hopper Dryer* berfungsi untuk meletakkan dan menahan *Hopper Dryer* sehingga dapat berdiri dan beroperasi dengan baik. Pada bagian penampang meja dudukan terdapat rel perpindahan *hopper dryer* yang berfungsi untuk mempermudah pergerakan *hopper dryer*, gerakan yang dihasilkan berupa bergeser maju dan mundur pada lintasan sebelum dan sesudah dilakukannya pengeringan. Sedangkan sorong pengangkut diletakkan di bawah meja dudukan yang berfungsi untuk menampung hasil bijih plastik yang telah dikeringkan serta mendistribusikan pada mesin *Blow Molding*. Sorong Pengangkut dilengkapi dengan roda besi pada bagian bawah sehingga mempermudah pergerakan pendistribusian bijih plastik kering menuju mesin *Blow Molding*.

Berdasarkan tahapan-tahapan tersebut diperoleh suatu konsep rancang bangun alat penyangga *hopper dryer* yaitu kerangka produk penyangga dan menggerakkan *hopper dryer* gerakan horizontal, dimensi panjang dan lebar produk 100 cm x 80 cm, Frame utama menggunakan besi hollow galvanis dan dilengkapi sorong pengangkut yang mudah dipindahkan, aman digunakan, ergonomis bagi orang yang mengoperasikan dan peralatan yang difungsikan untuk menyangga dan menahan *hopper dryer*.

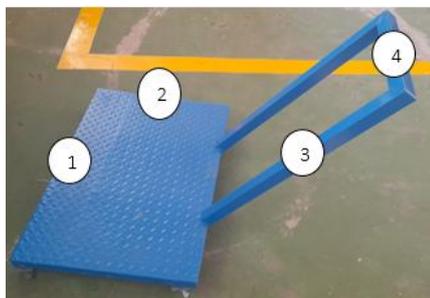


Keterangan:

- 1 : Panjang 100 Cm
- 2 : Lebar 80 cm
- 3 : Tinggi 80 cm
- 4 : Lebar Rel Hopper 20 cm
- 5 : panjang rel hopper 60 cm

**Gambar 4.** Hasil perancangan meja dudukan *hopper dryer*

Dalam menentukan ukuran, bentuk dan material komponen perlu diketahui beberapa parameter, seperti pada ukuran *hopper dryer*, berat *hopper dryer*, kapasitas maksimal *hopper dryer*, gerakan *hopper dryer* setelah selesai proses pengeringan gerakan kanan kiri membantu proses pengeluaran bijih besi melalui lubang pada plat besi, pendistribusian bijih plastik hasil pengeringan.



Keterangan:

1 : Panjang 70 cm

2 : Lebar 50 cm

3 : tinggi pendorong 69 cm

4 : lebar pendorong 32 cm

**Gambar 5.** Hasil Perancangan Sorong pengangkut bijih plastik

Perhitungan dan analisis kekuatan material komponen dihitung pada saat dilakukan proses pengeringan bijih plastik. Beban yang terjadi pada meja dudukan *hopper dryer* dihitung dengan menghitung beban maksimal pada setiap proses produksi. Pada setiap proses pengeringan bijih plastik yang dilakukan di Workshop Plastik kapasitas yang digunakan bukanlah kapasitas maksimal dari *hopper dryer* melainkan kapasitas maksimal dari 1 karung bahan bijih plastik hal ini dilakukan agar operator tidak keberatan pada saat proses pengoperasian.



**Gambar 4.** Alat penyangga dan hopper dryer terpasang

Untuk menghitung beban yang di peroleh oleh meja dudukan pada setiap proses produksi adalah sebagai berikut :

$$\text{Beban} = \text{Massa} \times \text{Gaya Gravitasi}$$

Massa berasal dari berat *hopper dryer* ditambah berat 1 karung bijih plastik yaitu  $80\text{kg} + 25\text{kg} = 105\text{kg}$ .

Untuk gaya gravitasi bumi umumnya digunakan  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

$$\text{Beban} = 105\text{kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$= 1029 \text{ N}$$

Jadi, beban yang diperoleh adalah sekitar 1029 N.

Sedangkan Beban maksimal yang diperoleh apabila menggunakan kapasitas maksimal *hopper dryer* adalah

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= 180\text{kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\ &= 1764 \text{ N} \end{aligned}$$

Sehingga untuk kapasitas beban yang digunakan pada setiap proses produksi masih dianggap aman karena masih jauh dari kapasitas maksimal.

Langkah-langkah penggunaan alat penyangga *hopper dryer* dengan memasang *hopper dryer* padaudukannya kemudian menghubungkan *hopper dryer* dengan listrik dan Memasukan bijih plastik kedalam *hopper dryer*. Setelah itu mengatur suhu pengeringan sesuai kondisi bijih plastik setelah selesai proses pengeringan bisa dilakukan perpindahan *hopper dryer* kekanan atau kekiri untuk mengeluarkan bijih plastik yang ada dalam *hopper dryer* melalui lubang pengeluaran pada rel perpindahan, terakhir memindahkan bijih plastik yang telah dikeringkan menggunakan sorong pemindah menuju mesin *blow molding*.

## Kesimpulan

Dari analisa penggunaan alat penyangga *hopper dryer*, maka dapat diambil kesimpulan bahwa dengan adanya alat penyangga ini *hopper dryer* yang awalnya belum dapat difungsikan akhirnya dapat dioperasikan dengan baik sehingga dapat membantu proses pengeringan bijih plastik yang akan diproses pada mesin *Blow Molding*. Meja dudukan *hopper dryer* juga dilengkapi dengan rel perpindahan serta terdapat lubang pengeluaran bijih plastik pada plat besi rel perpindahan yang mempermudah pengeluaran bijih plastik kering sehingga bijih plastik tidak berceceran saat dikeluarkan dari *hopper dryer*. Pada bagian bawah alat penyangga dilengkapi dengan sorong pemindah yang dilengkapi dengan roda besi sehingga mudah digeser untuk mengangkut bijih plastik yang telah kering menuju mesin *Blow Molding*. Berdasarkan analisis perhitungan terhadap beban yang terjadi pada saat pengeringan terhadap dudukan alat penyangga adalah sebesar 1029 N, ini sesuai dengan kapasitas 1 karung bijih plastik yang digunakan dalam sekali pengeringan yaitu sebesar 25 kg. Namun kapasitas maksimal dari *hopper dryer* sendiri masih mampu menampung hingga 100kg bijih plastik dalam sekali produksi atau dengan total beban terhadap alat penyangga sebesar 1764 N. Alat penyangga *hopper dryer* ini dirancang dan telah di uji coba dengan beban maksimal kapasitas *hopper dryer* dan aman untuk digunakan. Sehingga apabila setiap proses produksi hanya menggunakan  $\frac{1}{4}$  dari kapasitas maksimal maka tegangan beban yang dihasilkan aman untuk digunakan.

## Ucapan terima kasih (Sumber pendanaan Penelitian)

Kami sampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak Manajemen Politeknik ATK Yogyakarta atas sarana dan parasarana yang telah di berikan kepada kami, sehingga kami bisa menyusun jurnal ini. Semoga jurnal ini bisa menginspirasi teman-teman Pranata Laboratorium Pendidikan lainnya untuk dapat mengangkat permasalahan yang ada di Laboratorium masing-masing untuk dapat dijadikan bahan penelitian.

## Daftar Pustaka

- [1] A. A. Waluyo., "Proses Pengeringan Hopper Drayer di PT. Hartono Istana Teknologi", *Skripsi*, 2019.
- [2] User Manual, HTS-5/L Blow Molding Machine, Tongda Suzhou Machinery.co.,LTD.
- [3] Y. P. Sari., "Rancang bangun Aplikasi Penjualan dan Persediaan obat pada Apotek Meren di Kota Prabumulih", Vol. 1 No.1, 2017.
- [4] Supriyono and T. Mulyanto, "Rancang Bangun Alat Penyangga Mesin Bor Tangan", *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, Vol 25 No. 3, 2020.
- [5] k. P. Satya, "SNI Besi Hallow jenis, dan ragam kegunaanya" Available : <https://kpssteel.com/besi-hollow/tabel-besi-hollow-sni-jenis-dan-ragam-kegunaannya>, 2022.
- [6] S. M. S. Perkasa,"Besi Hollow, jenis, Ukuran dan Fungsinya," smsperkasa.com, Desember, 1,2024. [Online]. Available:<https://www.smsperkasa.com/blog/apa-itu-besi-hollow>. [Accessed Des,1, 2024].
- [7] K. B. Sukses, "Besi plat bordes," karyabajasukses.com, 2023. [Online]. Available: <https://www.karyabajasukses.com/besi-plat-bordes/>.
- [8] R. E. Djuniarto. "Penerapan Aspek-Aspek Ergonomi di PT Primatexco Indonesia", Tugas Akhir, Politeknik ATK Yogyakarta, 2013.