

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Menurut penelitian sebelumnya Wibisono, Chandra Andreas Setyo, dkk. (2020) *3-D Printing* merupakan terobosan yang baru di bidang teknologi, yakni mampu mencetak sesuatu hal yang sama persis di dalam *software* yang kita inginkan, namun terkadang dalam proses pencetakan sendiri sering terjadi kegagalan, dalam penelitian ini cetakan 3-D yang gagal akan di daur ulang lagi sehingga mengurangi biaya produksi. Tujuan dari alat ini yaitu mengontrol kecepatan putaran motor dc stepper agar pada proses penggulungan hasil cetak daur ulang *filament 3-D Printing* tidak menumpuk pada satu sisi. Pemposisi hasil cetak gulungan *filament 3-D Printing* ini dirancang dengan menggunakan beberapa komponen dan mekanik yang terdiri dari: *Motor DC Stepper*, *Sensor Rotary Encoder*, *Sensor Optocoupler*, *Sensor Obstacle Infrared* dan Sistem pengendalian menggunakan Arduino Mega dan Kontrol PID. Sistem ini berfungsi mengontrol kecepatan putar *motor dc stepper* hasil dari cetakan *filament (3-D Printing)* diharapkan dari motor *stepper* dapat selaras dengan motor di penggulungan. Hal ini perlu dilakukan agar hasil dari cetakan *filament (3-D Printing)* pada proses penggulungan tidak menumpuk pada satu sisi. Salah satu metode yang digunakan untuk mengontrol kecepatan motor *stepper* adalah PID. Perancangan kontroler PID menggunakan kurva reaksi *Ziegler Nichols* menghasilkan nilai $K_p = 1,122$ $K_i = 0,33$ dan $K_d = 0,95$. Hasil yang di dapatkan antara lain *rise time* (t_r) sebesar 0,14 s, *time settling* (t_s) sebesar 55,51 s dan *Percent Overshoot* (P_o) sebesar 38,77%. Respon sistem lebih bagus menggunakan *Trial Error* dengan *rise time* (t_r) sebesar 1,3 s, *settling time* (t_s) sebesar 18,4 s, *peak time* (t_p) sebesar 2,1 s, dan *Percent Overshoot* (P_o) sebesar 5.8% yang memiliki nilai $K_p = 0,8$, $K_i = 0,42$ dan $K_d = 0,05$. Pengujian sistem dilakukan dengan membandingkan 2 Gain yang berbeda. Proses akhir dari alat daur ulang *filament (3-D Printer)* yaitu berat pada penggulungan sudah mencapai 1 kg.

Menurut penelitian Irawan, Dani (2018) tujuan penelitian ini adalah merancang serta memfabrikasi mesin mesin ekstrusi *single screw* sebagai media pembelajaran proses ekstrusi pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Kediri. Dalam penelitian ini memvariasikan 8 proses terhadap temperatur melting, pada putaran konstan yang akan menghasilkan beberapa karakteristik bentuk produk yang berbeda. Variasi temperatur prosesnya adalah: temperatur proses 165°C, dan temperatur proses 185°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan bentuk dan dimensi ekstruder sebagai indikator keberhasilan maka, temperatur proses yang sesuai untuk mesin dengan *single screw* kisaran 185°C.

Menurut penelitian Banjaransari, Anurogo, dkk. (2020) Kesimpulan yang didapatkan dari Perancangan Mesin Penggulung Filamen PLA pada jurnal yang diterbitkan bahwa Mesin Penggulung Filamen PLA dengan Diameter 1,75mm dapat meningkatkan produktifitas.

Menurut penelitian Tondi, Haqira (2019) Sampah plastik merupakan salah satu permasalahan yang saat ini sedang di hadapi oleh negara–negara di dunia termasuk Indonesia, yang dari 65 juta ton sampah yang dihasilkan setiap harinya, terdapat 24 persen sampah yang tidak terkelola dan 14 persen diantaranya adalah sampah plastik. Padahal hampir semua jenis plastik bisa didaur ulang. Beberapa jenis plastik di dunia industri yang sering didaur ulang adalah *polyethylene therephthalate* (PET), *high density polyethylene* (HDPE), *polyvinyl chloride* (PVC), *low density polyethylene* (LDPE), *polypropylene* (PP), dan *polystyrene* (PS) yang masing masing memiliki karakteristik pengolahan yang berbeda-beda. Untuk jenis plastik LDPE dan PVC masih sangat sulit didaur ulang. Untuk plastik jenis PET biasanya dapat diolah menjadi wadah makanan dan minuman. Pada jenis plastik PP biasanya diolah menjadi komponen otomotif. Untuk plastik jenis PS banyak digunakan untuk mainan dan alat medis. Dan untuk HDPE biasanya diolah menjadi botol shampo dan botol oli. Sebelum didaur biasanya plastik dicacah terlebih dahulu atau dibuat menjadi biji plastik dan biasanya proses daur ulang ini sebagian besar masih dilakukan oleh skala industri yang memiliki peralatan yang mahal. Ada cara lain yang bisa menjadi alternatif untuk mengolah plastik menjadi produk dengan murah dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi yaitu dengan

dijadikan filamen 3-D *printer*. Dan dalam perancangan ini dibuat mesin ekstruder yang mampu menghasilkan filamen dengan kapasitas produksi 820mm/menit atau sebesar 0.108kg/jam dengan diameter 1.72 mm.

Menurut Penelitian Imanda, Jordhy (2015) setelah dilakukan penelitian dengan beberapa komoditas seperti jagung, kedelai, dan kacang hijau. Dengan variasi sudut ulir yang berbeda pada *Screw Conveyor* pada jumlah putaran permenit sebesar 40 dan 54. Dapat disimpulkan bahwa komoditas dan sudut *Screw Conveyor* sangat berpengaruh terhadap kinerja alat.

2.2 Teori Dasar

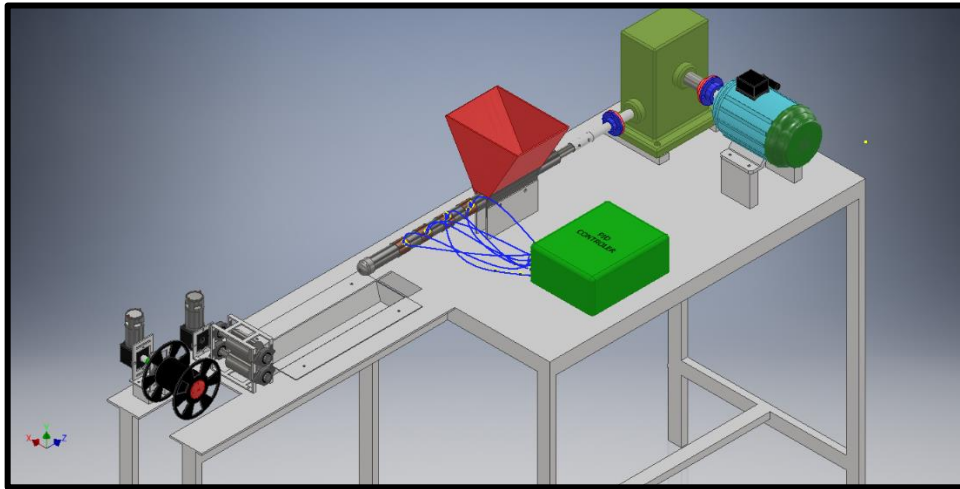
Pada perancangan ini, memiliki beberapa teori dasar yang dipakai sebagai landasan dalam melakukan penelitian dan referensi, berikut dasar teori yang digunakan:

a. Pengaruh Sudut *Screw*

Berdasarkan penelitian Imanda, Jordhy (2015) bahwa sudut *Screw Conveyor* yang telah diteliti dengan variasi jumlah putaran serta komoditas sangat berpengaruh terhadap kinerja alat. Maka dari itu penulis mencoba menerapkan analisa perbandingan waktu mesin ekstrusi dengan variasi sudut *Screw* terhadap mesin ekstrusi *Filament 3-D Printing*.

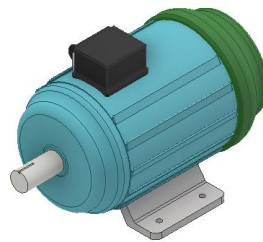
b. Mesin Ekstrusi *Single Screw*

Mesin ekstrusi *Single Screw* adalah salah satu alat yang bertujuan membuat *Filament 3-D Printing*, dimana alat ini mengubah bentuk dari bijih plastik ataupun cacahan plastik bekas yang dapat di daur ulang dengan cara melelehkan plastik dengan *Temperature* tertentu sesuai dengan jenis plastik apa yang akan di ekstrusikan, lalu setelah melalui proses ekstrusi akan membentuk *Filament* dengan diameter tertentu yang dapat disesuaikan dengan kecepatan penggulung, jarak antar penarik, dan diameter ujung *Nozzle*.



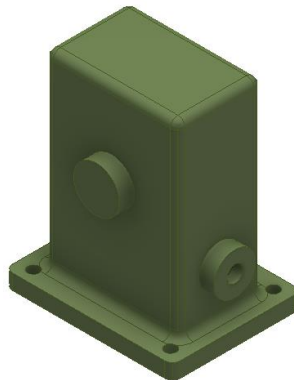
Gambar 2.1 Mesin Ekstrusi *Single Screw*

Komponen yang terdapat pada mesin ekstrusi *Single Screw* ini adalah Motor Listrik, Kopling, Penarik, Pendingin, Penggulung, *Gearbox*, *Barrel*, *Heater*, *Panel Box*, *Screw*, *Bracket*, dan *Hopper*.



Gambar 2.2 Motor Listrik

Motor listrik ini memiliki spesifikasi putaran sebanyak 1420 per menit dengan arus listrik 220 Volt dan dapat menghasilkan daya 1/4HP, bertujuan sebagai penggerak utama pada mesin ekstrusi.



Gambar 2.3 *Gearbox*

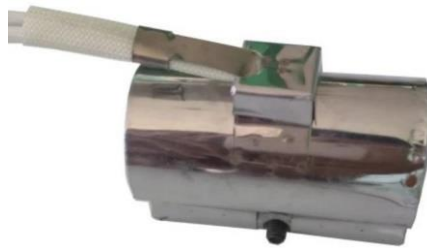
Gearbox memiliki peran sebagai pereduksi putaran dengan rasio yang digunakan adalah 1:50.



Gambar 2.4 *Screw*

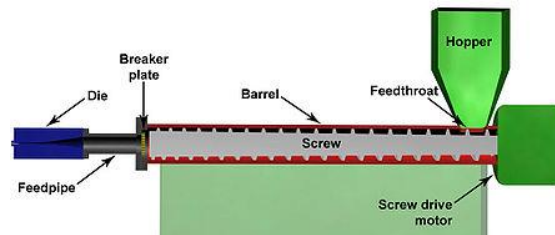
Screw terdiri dari pisau berpilin atau membentuk *Helix* yang mengelilingi suatu sumbu, tujuannya sebagai pembawa suatu material dari bagian belakang *Screw* menuju ke depan bagian *Screw*.

Adapun pasangannya adalah *Barrel* yang dibuat sebagai rumah dari *Screw* tersebut, dimana *Screw* dimasukkan ke dalam *Barrel* dan kemudian cacahan plastik ataupun bijih plastik nanti akan dipanaskan di dalam sini setelah *Barrel* dipasangkan dengan *Heater* untuk melelehkan plastik dan mengeluarkan hasil *Filament* pada ujung dari *Screw* tersebut.



Gambar 2.5 *Heater*

Heater memiliki fungsi sebagai pemanas *Barrel* dan *Screw*, dimana tujuannya adalah untuk meningkatkan temperatur hingga pada kondisi tertentu agar dapat melelehkan plastik yang akan di ekstrusikan.



Gambar 2.6 Hopper

Hopper berfungsi sebagai tempat memasukkan dan menampung cacahan plastik atau bijih plastik agar tidak sulit saat akan melakukan ekstrusi, karena tanpa *Hopper* akan cukup sulit memasukkan bijih plastik ke dalam *Screw* dan *Barrel* bila diameternya terlalu kecil ataupun cacahan plastik terlalu besar.

c. Plastik *High Density Polyethylene (HDPE)*

HDPE (High Density Polyethylene) adalah plastik yang paling umum dan paling sering kita jumpai pada kegiatan sehari-hari dan memiliki banyak fungsi serta harga relatif murah dan cukup ramah lingkungan karena mudah untuk di daur ulang, biasanya plastik jenis ini digunakan sebagai botol oli, botol susu, botol deterjen yang diberikan kode dengan nomor identifikasi resin ‘2’ di dalam botol simbol daur ulang universal yang biasanya terletak di bagian bawah wadah botol plastik.

d. *Filament 3-D Printing*

Filament pada *3-D printer* adalah material yang digunakan untuk mencetak desain yang telah dibuat melalui perangkat lunak di komputer. Ukuran diameter *Filament* yang sesuai standar adalah 1.75 mm namun ada juga jenis *3-D Printer* rakitan yang memakai *Filament* dengan ukuran diameter 3 mm. Ada banyak jenis material yang bisa dibuat menjadi *Filament*. Material yang digunakan untuk membuat *3-D Printer* adalah *Thermoplastic* yang memiliki sifat tangguh, kuat dan mudah dibentuk. Hal ini juga yang mendasari kualitas *Filament* tersebut. Semakin kuat dan bagus bentuk benda yang dihasilkan oleh *Filament* maka semakin tinggi pula kualitas *Filament* tersebut.

3-D Printer adalah proses pembuatan benda padat tiga dimensi dari sebuah desain secara digital menjadi bentuk 3-D yang tidak hanya dapat dilihat tapi juga

dipegang dan memiliki volume. 3-D *Printer* dicapai dengan menggunakan proses aditif, dimana sebuah obyek dibuat dengan meletakkan lapisan yang berurut dari bahan baku. *Printer* 3-D juga sering disebut dengan *Additive Manufacture* atau manufaktur tambahan. Pada tahun 1986, ada seseorang bernama Charles W. Hull memiliki hak paten dengan teknologi *Stereolithography*. Teknologi ini merupakan teknologi untuk membuat objek 3-D. Mesin *Printer* 3-D ini mempunyai komponen-komponen didalamnya, beberapa diantaranya adalah *Nozzle* dan *heating Plate*. Fungsi dari *Nozzle* adalah untuk menginjeksikan *Filament* yang sudah dilelehkan oleh *Heater*, sedangkan *Heating Plate* berfungsi sebagai wadah atau tempat pembentukan objek sekaligus berfungsi untuk memanaskan permukaan bawah objek agar objek yang di cetak tidak lengket pada wadah atau tempat pembentukan.