

Pengaruh Sudut Ulir Terhadap Kinerja *Single Screw Extruder*

Ahmad Aji Santoso¹⁾, Gatut Rubiono²⁾

¹⁾ Staf Pengajar SMK Taruna Mandiri Srono Banyuwangi, Email: ahmadajisantoso@gmail.com

²⁾ Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Banyuwangi
Jl. Ikan Tongkol 22 Banyuwangi 68416

Abstract - Single screw extruder is a machine that is widely used for material processing. One of the working capacity of the extrusion parameters are pitch is the distance between the peak of the screw. The distance between the peaks is influenced by the magnitude of the angle of screw thread. This study aims to gain influence on the performance of single screw angle screw extruder. Research conducted an experiment with a variety of screw angle 45°, 50°, 55° and 60°. Extruder varied rounds of 30, 45 and 60 rpm. Data collection was performed by measuring the temperature at 4 points outside wall of the cylinder using a thermocouple types K. From the experimental results showed that the angle of screw affect the performance of single screw extruder, this is because the larger the angle of screw used the resulting higher temperatures. Aside from the angle of the screw, screw rotation also affects the performance of single screw extruder. The higher the rotation used, the greater the temperature generated. 4 variation of the angle of the screw used, screw angle of 60° with a round of 60 rpm gain highest temperature which 43,41°C. While the thread that produced the lowest temperature is 45° angle threaded and 30 rpm rotation, which is 32,42°C.

Keywords : *Single screw extruder, screw angle, rotation (rpm)*

Abstrak - *Single screw extruder* merupakan salah satu mesin yang banyak digunakan untuk pemrosesan bahan. Salah satu parameter kapasitas kerja ekstrusi adalah *pitch* yaitu jarak antar puncak ulir. Jarak antar puncak ulir dipengaruhi oleh besarnya sudut ulir. Penelitian ini bertujuan mendapatkan pengaruh sudut ulir terhadap kinerja *single screw extruder*. Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan variasi sudut ulir 45°, 50°, 55° dan 60°. Putaran *extruder* divariasikan sebesar 30, 45 dan 60 rpm. Pengambilan data dilakukan dengan pengukuran suhu di 4 titik dinding luar silinder menggunakan termokopel jenis K. Dari hasil eksperimen didapatkan bahwa sudut ulir berpengaruh terhadap kinerja *single screw extruder*, hal ini dikarenakan semakin besar sudut ulir yang digunakan maka temperatur yang dihasilkan semakin tinggi. Selain dari sudut ulir, putaran ulir juga berpengaruh terhadap kinerja *single screw extruder*. Semakin tinggi putaran yang dipergunakan maka semakin besar pula temperatur yang dihasilkan. Dari 4 variasi sudut ulir yang digunakan, sudut ulir 60° dengan putaran 60 rpm menghasilkan temperatur paling tinggi, temperatur yang dihasilkan sebesar 43,41°C. Sedangkan sudut ulir yang menghasilkan temperatur paling rendah adalah sudut ulir 45° dengan putaran 30 rpm, temperatur yang dihasilkan sebesar 32,42°C

Kata kunci : *Single screw extruder, sudut ulir, putaran*

I. PENDAHULUAN

Screw extruder merupakan suatu mesin penekan dengan bantuan berbentuk spiral. *Extruder* yang biasanya tersedia di pasaran adalah dari jenis *extruder* ulir tunggal (*single screw extruder*/SSE) dan *extruder* ulir ganda (*twin screw extruder*/TSE) yang dapat digunakan secara luas pada produksi komersial. *Extruder* tipe ulir biasanya dikelompokkan berdasarkan seberapa banyak energi mekanis yang dapat dihasilkan.

Extruder dengan energi mekanis yang rendah dirancang untuk mencegah proses pemasakan pada adonan bahan. *Extruder* tipe ini biasanya digunakan pada pembuatan *pretzel*, pasta dan beberapa jenis makanan ringan dan sereal. *Extruder* dengan energi mekanis tinggi dirancang untuk memberikan energi yang besar agar dapat diubah menjadi panas untuk mematangkan adonan bahan dan biasa digunakan dalam produksi makanan hewan, makanan ringan dengan bentuk mengembang dan sereal [1].

Mesin ekstrusi banyak digunakan dalam pemrosesan bahan. Mekanisme ekstrusi ini digunakan dalam pemrosesan bahan polimer atau plastik [2]. Penelitian terdahulu menggunakan mekanisme ekstrusi untuk proses pencetakan batu bata. Proses ekstrusi merupakan metode alternatif yang memadukan proses pemadatan dengan proses pencetakan. Proses ini dapat dilakukan secara terus-menerus [3], pembuatan pellet kompos dengan bahan kotoran sapi [1].

Sebuah mesin ekstrusi pada dasarnya terdiri atas dua komponen utama, yaitu *barrel* dan *screw* [2]. Untuk pemrosesan plastik, diameter dalam *barrel* berkisar dari 1-6 in (25 s.d 150 mm), dan panjang *barrel* relatif terhadap diameternya, biasanya rasio perbandingan L/D antara 10-30. Sedangkan diameter dan panjang *screw* disesuaikan dengan diameter *barrel*. *Single screw extruder* memiliki ulir yang berputar di dalam sebuah *barrel*. Jika bahan yang diolah menempel pada ulir dan tergelincir dari permukaan *barrel*, maka tidak akan ada produk yang

dihasilkan dari *extruder* karena bahan ikut berputar bersama ulir tanpa terdorong ke depan. Untuk menghasilkan *output* produksi yang maksimal, maka bahan harus dapat bergerak dengan bebas pada permukaan ulir dan menempel sebanyak mungkin pada dinding [1].

Mekanisme ekstrusi digunakan untuk pemrosesan bahan polimer atau plastik. Dalam hal ini dilakukan rancang bangun peralatan tersebut. Hasil rancang bangun mesin ekstrusi *single screw* didapat perbandingan L/D sebesar 14. Kecepatan putaran *screw* yang digunakan adalah 60 rpm. Temperatur proses ekstrusi yang sesuai untuk pencetakan produk plastic berbentuk silinder adalah 180°C [2].

Mekanisme ekstrusi digunakan untuk proses pencetakan batu bata. Proses pemadatan dengan cara penekanan menghasilkan batu bata yang lebih padat. Dibandingkan dengan proses pembuatan secara manual, terdapat perbedaan yang signifikan dengan proses ekstrusi. Produksi dengan peralatan ekstrusi lebih menjanjikan dibanding proses manual [3].

Mesin ekstrusi digunakan untuk pembuatan pellet kompos kotoran sapi. Kapasitas material tertinggi pada mesindengan putaran kerja 75 rpm, sedangkan terendah pada putaran kerja 30 rpm. Kapasitas hasil tertinggi terdapat pada putaran kerja mesin dengan putaran kerja 60rpm dengan hasil 50 kg/jam. Sedangkan mesin dengan putaran kerja 75 rpm tidak mampu memberikan kapasitas hasil tertinggi yaitu sebesar 48 kg/jam, hal ini disebabkan motor listrik 1 HP mengalami panas dan terkadang terjadi slip [1].

Pembuatan sereal bekatul dilakukan dengan mesin ekstrusi *twin screw*. Suhu ekstruder berpengaruh terhadap penampakan dan keseragaman produk ekstrusi yang dihasilkan. Suhu lebih besar atau sama dengan 150°C, terlalu tinggi untuk proses ekstrusi dengan formula yang ditentukan. Kadar air formula sangat berpengaruh terhadap hasil ekstrusi yang dihasilkan [5].

Salah satu parameter ulir (*screw*) adalah sudut ulir (*angle of thread*). Sudut ulir ini berada pada bagian antara sisi ulir satu dengan yang lain, dimana pengukurannya melalui sumbu ulir (bidang aksial). Sudut ulir ini akan menentukan *pitch* yaitu jarak antara titik puncak ulir dengan titik puncak ulir yang lain [4]. Jarak antar puncak ini merupakan salah satu faktor yang menentukan kapasitas ekstrusi [3].

Mekanisme kerja *single screw extruder* adalah bahan dimasukkan ke wadah penampung dan dialirkan ke dalam silinder (*barrel*). Bahan ini akan mengalir di dalam silinder karena dorongan ulir. Di ujung silinder dilengkapi dengan lubang-lubang cetakan. Karena proses penekanan maka akan terjadi gesekan antara bahan dan komponen mesin sehingga menghasilkan panas. Besarnya tekanan yang diperlukan sebanding dengan perubahan volume ruang silinder penampung dan saluran keluar.

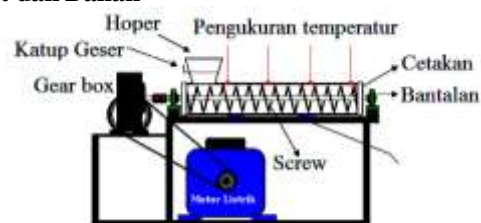
Sedangkan kapasitas ekstrusi ditentukan oleh luas penampang silinder, putaran ulir serta *pitch* ulir.

Berdasarkan uraian di atas maka sudut ulir pada *screw extruder* akan berpengaruh terhadap proses yang terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pengaruh sudut ulir terhadap kinerja *single screw extruder*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Sudut ulir divariasikan 45°, 50°, 55° dan 60°. Putaran *extruder* divariasikan sebesar 30, 45 dan 60 rpm. Pengambilan data dilakukan dengan pengukuran suhu di 4 titik dinding luar silinder menggunakan termokopel jenis K.

Alat dan Bahan



Gambar 1. Skema alat

Alat

- Screw extruder* dengan panjang tabung (*barrel*) 32 cm dan diameter 7,5 cm.
- Ulir dengan diameter luar 7 cm.
- Motor listrik 1HP dan transmisi.
- Cetakan dengan diameter lubang 3,50 mm.
- Termokopel jenis K untuk pengukuran suhu.
- Stopwatch* untuk pengukuran waktu

Bahan

- Biji jagung, 1 kg untuk setiap percobaan.
- Poros dengan bahan baja diameter 2,54 cm.
- Besi kotak 3 cm x 3 cm untuk dudukan alat.
- Plat besi tebal 2 mm untuk katup geser.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

TABEL 1.
TEMPERATUR RATA-RATA (°C) PUTARAN 30 RPM

Sudut ulir	T1	T2	T3	T4
45°	39,71	31,90	29,24	28,81
50°	45,21	38,05	35,32	34,21
55°	37,54	36,08	35,33	35,13
60°	39,93	36,92	33,93	31,72

TABEL 2.
TEMPERATUR RATA-RATA (°C) PUTARAN 45 RPM

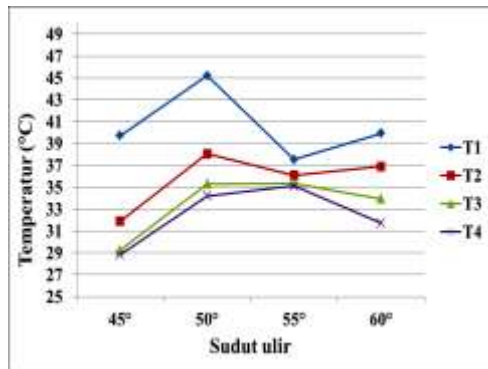
Sudut ulir	T1	T2	T3	T4
45°	42,40	33,90	30,60	29,60
50°	42,46	34,38	31,62	30,46
55°	36,41	33,53	32,06	31,24
60°	40,48	36,42	32,82	31,08

TABEL 3.
TEMPERATUR RATA-RATA (°C) PUTARAN 630 RPM

Sudut ulir	T1	T2	T3	T4
45°	39,54	32,23	30,00	29,00
50°	42,63	36,69	34,13	32,94
55°	38,79	35,36	34,00	32,93
60°	57,77	44,63	37,37	33,87

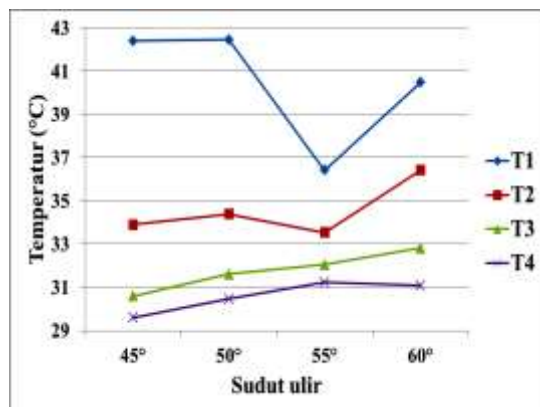
TABEL 4.
NILAI RATA-RATA TEMPERATUR (°C).

Rpm	30	45	60
Sudut Ulir	Rata-Rata Temperatur (°C)		
45°	32,42	34,13	32,69
50°	38,20	34,73	36,59
55°	36,02	33,31	35,27
60°	35,62	35,20	43,41



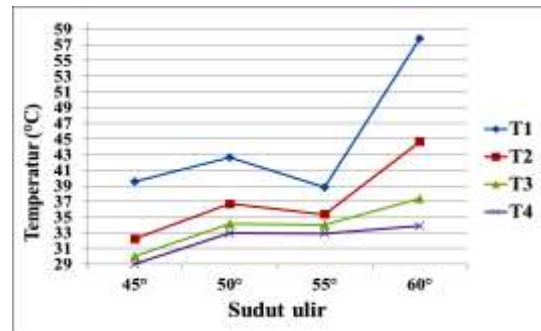
Gambar 2. Grafik temperatur (°C) *single screw extruder* dengan variasi sudut ulir 45°,50°,55° dan 60° dengan putaran 30 rpm

Dari grafik pada gambar 2 menunjukkan bahwa pada sudut ulir 45°-50° temperatur dinding cenderung naik sedangkan pada sudut ulir 50°-60° temperatur dinding cenderung turun. Sudut ulir yang menghasilkan temperatur maksimum adalah sudut ulir 50° dengan temperatur dinding 1 (T1) sebesar 45,21° C, sedangkan sudut ulir yang menghasilkan temperatur minimum adalah sudut ulir 55° dengan temperatur dinding 1 (T1) sebesar 37,54° C.



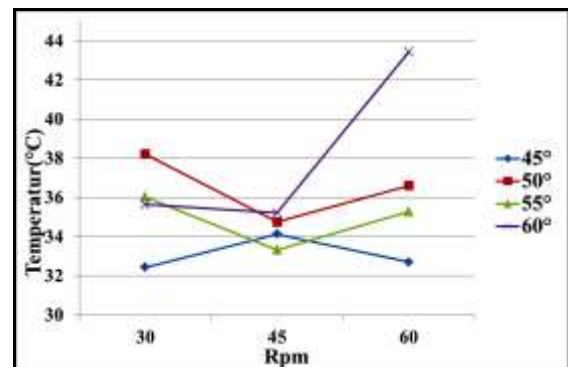
Gambar 3. Grafik temperatur (°C) *single screw extruder* dengan variasi sudut ulir 45°,50°,55° dan 60° dengan putaran 45 rpm

Dari grafik pada gambar 3 menunjukkan bahwa pada sudut ulir 45°-50° temperatur dinding cenderung naik sedangkan pada sudut ulir 50°-60° temperatur dinding cenderung turun. Sudut ulir yang menghasilkan temperatur maksimum adalah sudut ulir 50° dengan temperatur dinding 1 (T1) sebesar 42,46° C, sedangkan sudut ulir yang menghasilkan temperatur minimum adalah sudut ulir 55° dengan temperatur dinding 1 (T1) sebesar 36,41° C.



Gambar 4. Grafik temperatur (°C) *single screw extruder* dengan variasi sudut ulir 45°,50°,55° dan 60° dengan putaran 60 rpm

Gambar 4 menunjukkan bahwa pada sudut ulir 45°-50° dan 55°-60° temperatur dinding cenderung naik, sedangkan pada sudut ulir 50°-55° temperatur dinding cenderung turun. Sudut ulir yang menghasilkan temperatur maksimum adalah sudut ulir 60° dengan temperatur dinding 1 (T1) sebesar 57,77° C, sedangkan sudut ulir yang menghasilkan temperatur minimum adalah sudut ulir 55° dengan temperatur dinding 1 (T1) sebesar 38,79° C.



Gambar 5. Grafik rata-rata temperatur (°C) *single screw extruder* dengan variasi sudut ulir yang berbeda

Dari hasil penelitian perhitungan nilai rata-rata temperatur *single screw extruder* sesuai dengan grafik diatas bahwa pada putaran 30 rpm - 45 rpm sudut ulir 45° dan putaran 45 rpm - 60 rpm sudut ulir 50°, 55°, dan 60° temperatur dinding cenderung naik sedangkan pada putaran 30 rpm - 45 rpm sudut ulir 50°, 55°, dan 60° dan temperatur dinding cenderung turun. Sudut ulir 60° menghasilkan temperatur yang paling maksimum dibandingkan dengan sudut ulir 45°, 50°, dan 55°, temperatur yang dihasilkan adalah

43,41°C dengan putaran 60 rpm, sebaliknya sudut ulir yang menghasilkan temperatur minimum adalah sudut ulir 45° dengan putaran 30 rpm, temperatur yang dihasilkan sebesar 32,42°C.

Pada *single screw extruder* bahan mengalami proses penekanan. Putaran ulir menyebabkan bahan (biji jagung) mengalir ke ujung silinder (cetakan). Bagian ujung silinder menghambat aliran bahan sehingga tidak dapat keluar dengan lancar, hal ini menyebabkan kebutuhan tekanan yang lebih besar pula. Tekanan ini menyebabkan gesekan antara bahan dengan dinding silinder lebih besar sehingga temperatur dinding silinder menjadi naik.

Temperatur yang dihasilkan oleh *single screw extruder* akan semakin besar jika rpm yang digunakan semakin tinggi. Dengan bertambah tingginya rpm, maka putaran yang dihasilkan permenit juga akan semakin banyak, sehingga gesekan yang terjadi antara bahan (biji jagung) dengan dinding silinder semakin banyak, maka panas yang ditimbulkan akan semakin tinggi.

Sudut ulir 60° dengan putaran 60 rpm menghasilkan panas paling tinggi yaitu sebesar 43,41°C, hal ini dikarenakan dengan semakin besarnya sudut ulir maka dorongan yang diberikan pada bahan (biji jagung) untuk mengalir ke ujung cetakan semakin besar pula, dengan semakin besarnya dorongan pada bahan (biji jagung) maka gesekan yang terjadi akan semakin besar sehingga panas yang dihasilkan semakin tinggi.

Sudut ulir 45° dengan putaran 30 rpm menghasilkan panas paling rendah yaitu 32,42°C, hal ini karena semakin kecil sudut ulir yang digunakan maka dorongan yang diberikan pada bahan (biji jagung) semakin kecil, sehingga gesekan yang terjadi antara bahan (biji jagung) dengan dinding silinder semakin kecil dan panas yang ditimbulkan juga kecil.

V. KESIMPULAN

1. Sudut ulir berpengaruh terhadap kinerja *single screw extruder*
2. Dari variasi sudut ulir dan putaran yang digunakan, sudut ulir 60° dengan putaran 60 rpm adalah yang paling efektif karena menghasilkan temperatur paling tinggi, temperatur yang dihasilkan sebesar 43,41°C.
3. Sudut ulir yang menghasilkan temperatur paling rendah adalah sudut ulir 45° dengan putaran 30 rpm, temperatur yang dihasilkan sebesar 32,42°C.
4. Semakin besar sudut ulir yang digunakan maka temperatur yang dihasilkan semakin tinggi, hal ini dikarenakan dengan semakin besarnya sudut ulir maka dorongan yang diberikan pada bahan (biji jagung) untuk mengalir ke ujung cetakan semakin besar pula, sehingga gesekan yang terjadi akan semakin besar dan panas yang dihasilkan semakin tinggi.

5. Putaran ulir juga berpengaruh terhadap kinerja *single screw extruder*. Semakin tinggi putaran yang dipergunakan maka semakin besar pula temperatur yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan dengan bertambah tingginya rpm maka putaran yang dihasilkan permenit juga akan semakin banyak, sehingga gesekan yang terjadi antara bahan (biji jagung) dengan dinding silinder semakin banyak pula maka panas yang ditimbulkan akan semakin besar.

VI. SARAN

1. Perlu dilakukan penambahan kipas (*blower*) untuk memisahkan antara biji jagung yang sudah diproses dengan kotoran (bekatul)
2. Perlu dilakukan pembuatan cetakan yang dapat dibongkar pasang.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan memvariasi putaran ulir, diameter lubang cetakan dan jarak antara lubang cetakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suharto, 2011. Pemberdayaan Petani Melalui Rancang Bangun Mesin Pembuat Pellet Kompos Kotoran Sapi. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang.
- [2] Sumardi, I. Mawardi, 2012. Perancangan Dan Fabrikasi Mesin Ekstrusi *Single Screw*. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [3] Yuliarman, Z. Aidil, Asmed, 2004. Rancang Bangun Mesin Pencetak Batu Bata Dengan Sistem Ekstrusi. *Jurnal Teknik Mesin* 1(1): 6-9
- [4] S. Bagus, 2013. Pengaruh Putaran *Spindle* Dan *Depth Of Cut* Terhadap Penyimpangan Geometris Ulir. Jurusan Mesin. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
- [5] S. Budijanto, A.B. Sitanggang, H. Wiaranti, B. Koesbiantoro. 2013. Pengembangan Teknologi Sereal Sarapan Bekatul Dengan Menggunakan *Twin Screw Extruder*. *J. Pascapanen* 9(2): 63 - 69