

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI MESIN CRUSHER DAN SEPARATOR

Alexander Gautama^{1*}, Benediktus Bagas Adityo²,
Fanuel Maesya Septian³, Marcelinus Christian Adi Pramudita⁴, Chatarina Adjeng⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: adjeng.aprilliasari@atmi.ac.id

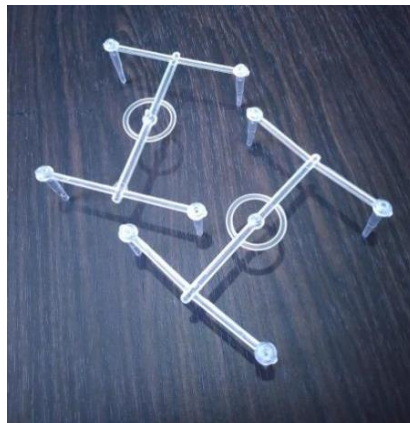
Abstrak

Sistem otomatisasi mesin crusher dan separator adalah kesatuan mesin yang berfungsi untuk menghancurkan runner dan kemudian hasilnya dapat digunakan kembali untuk material di mesin injeksi. PT. ATMI IGI selaku customer PT. ATMI Surakarta mempercayakan proyek ini sebagai tugas akhir dengan pengembangan dari mesin crusher yang ada pada unit kerja Work Injection yang pada awalnya diaktifkan secara manual menjadi kesatuan mesin yang bisa menghancurkan runner sekaligus bisa memisahkan antara granule dan debu secara otomatis. Pada tugas akhir ini menggunakan PLC Omron CP1E-E40SDR-A sebagai kontrol utamanya. Sistem ini dapat dioperasikan dalam mode manual atau otomatis sesuai dengan keinginan operator. Pada mode manual terdapat 4 pilihan mode yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan operator, dan tiap mesin dapat digerakkan satu per satu sesuai mode manual yang dipilih.

Kata kunci: otomatisasi, conveyor, crusher, separator

1. PENDAHULUAN

PT. ATMI IGI mempunyai unit kerja *injection molding*, yaitu unit *Work Injection*. Pada unit *Work Injection* terdapat mesin *injection molding* yang menghasilkan barang jadi, barang *reject* dan *runner*.



Gambar 1. Runner

Proses *crushing* dan *separating* pada unit produksi injeksi dilakukan secara manual. Proses *crushing* adalah penghancuran barang *reject* dan *runner* yang dioperasikan oleh 1 orang karyawan. Proses *crushing* dilakukan setelah *runner* terkumpul sebanyak satu kardus penuh. Waktu yang diperlukan untuk mengisi penuh kardus tersebut ± 3 jam.



Gambar 2. Kardus tempat *runner* (80x40x60cm)

Proses *crushing* membutuhkan waktu 6 menit. Keluaran dari mesin *crusher* berupa *granule* dan debu. *granule* dan debu dari proses *crushing* ditampung di wadah yang berada di bawah mesin *crusher* dan akan dipindahkan ke dalam karung, setelah itu dibawa ke menuju mesin *separating*.



Gambar 3. Wadah penampung hasil mesin *crusher* dan karung *granule*

Proses memilah untuk 25 kilogram *granule* dan debu memerlukan waktu ± 50 menit. Sehingga total waktu yang diperlukan dalam satu siklus *crushing* dan *separating* adalah ± 1 jam. Proses *separating* ini dilakukan oleh 1 orang karyawan.

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, maka dirancangan sistem otomatisasi mesin *crusher* dan *separator*. Sistem ini bertujuan supaya proses dapat dilakukan secara otomatis sehingga mengurangi jumlah SDM menjadi 1 orang operator, mempercepat proses produksi dari 1jam menjadi 30 menit, membuat sistem tertutup sehingga hasil granule terhindar dari debu luar.

2. METODOLOGI

Proses penelitian ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

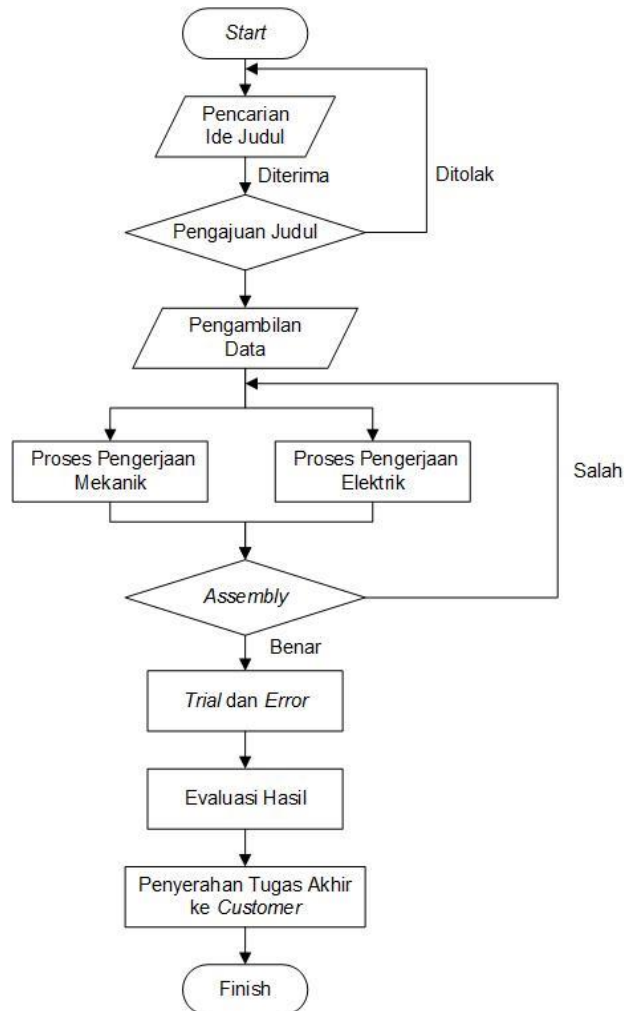
2.1. Metode Penelitian

Metode yang dipergunakan dalam perancangan mesin ini jika dilihat dari jenis data analisisnya adalah kombinasi dari metode penelitian kuantitatif yang didahului dengan metode penelitian kualitatif. Alur pengerjaan mempertimbangkan unsur-unsur penelitian yang dibahas secara kualitatif dengan cara mengumpulkan data permasalahan dan observasi pada sistem *crushing* dan *separating* di PT. ATMI IGI unit *Work Injection* untuk kemudian

diubah menjadi kuantitatif dengan cara melibatkan perancangan, perhitungan dan pengujian desain konsep sistem.

2.2. Proses Penelitian

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowhart* di gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Langkah Pengerjaan Sistem Otomatisasi Mesin Crusher Dan Separator

Langkah pertama adalah observasi terhadap sistem produksi *crushing* dan *separating* di PT. ATMI IGI unit *Work Injection* bertujuan mencari permasalahan yang ada. Selanjutnya permasalahan yang ada diidentifikasi, sesudah itu maka dilakukan pengambilan data. Data ini digunakan untuk membuat konsep sistem yang mendekati kondisi riil. Berikut data-data yang telah dikumpulkan :

- Waktu injeksi tiap 2 pcs *runner*,
- Waktu tunggu *runner* tiap 1 box penuh (80cmx40cmx60cm),
- Lama proses *crushing* 1 box *runner*,
- Berat hasil *crushing*,
- Waktu operasi mesin *crusher* dan *separator* selama 1 hari,
- Lama proses *separating*,
- Dimensi area kerja mesin injeksi *molding*,

Langkah berikutnya adalah perancangan konsep sistem, setelah selesai maka konsep diajukan kepada *customer*. Setelah konsep diterima maka proses pengerjaan dibagi menjadi dua yaitu elektrik dan mekanik. Pada mekanik akan dilakukan pembuatan gambar detail sistem dan selanjutnya direalisasikan, sedangkan untuk proses elektrik akan dilakukan gambar wiring komponen dan wiring elektrik *hardware*, program sistem. Apabila proses elektrik dan mekanik telah selesai maka selanjutnya akan dilakukan tahap perakitan. Setelah proses perakitan selesai maka sistem akan diuji dan dianalisis, hasil dari pengujian dan analisis tersebut akan dijadikan evaluasi untuk perbaikan maupun pengembangan sistem. Setelah sistem dinilai layak untuk beroperasi maka sistem akan dipasang pada PT. ATMI IGI unit *Work Injection*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Masalah yang dapat disimpulkan dari sistem *crushing* dan *separating* pada PT. ATMI IGI sebagai berikut :

- Proses *crushing* dan *separating* masih dilakukan secara manual,
- Banyak waktu tunggu (*runner* penuh dalam 1 box \pm 3 jam) dan mesin separator hanya beroperasi 1 kali dalam sehari,
- Proses *crushing* dan *separating* mudah terkontaminasi dengan debu luar, sehingga *granule* (material injeksi) menjadi kotor dan hasil dari proses injeksi riskan terkena *black dot* (terdapat bagian hangus pada hasil injeksi).

Apabila masalah-masalah tersebut tidak segera diatasi dan diselesaikan maka dapat merugikan PT. ATMI IGI unit *Work Injection* dalam segi persediaan material (*granule*) dan sumber daya manusia yang tidak dapat bekerja secara maksimal karena waktu tunggu sistem yang terlalu lama. Sistem otomatisasi mesin *crusher* dan *separator* yang telah dirancang mampu mengatasi permasalahan diatas. Sistem otomatisasi yang dirancang terbagi kedalam 4 sub sistem yaitu :

- Lifter conveyor 1*,
- Lifter conveyor 2*,
- Crusher*,
- Vibration separator conveyor*.

Sistem otomatisasi ini ditentukan kecepatan linear dan kecepatan putar motornya supaya dapat mengimbangi kecepatan *output* mesin injeksi molding Kawaguchi 140 T. Pengujian dilakukan secara matematis sehingga mendapatkan kebutuhan kecepatan linear dan kecepatan motor pada sistem otomatisasi. Kebutuhan tersebut sudah diperhitungkan sesuai dengan kebutuhan pada mesin injeksi *molding*.

Tabel 1. Perbandingan Waktu Injeksi Kawaguchi 140 T Dengan Siklus Sistem

KETERANGAN	Mesin Kawaguchi 140 T	Sistem Otomatisasi Mesin <i>Crusher</i> dan <i>Separator</i>
Waktu Injeksi	20 Detik	-
Kecepatan linear motor <i>Conveyor 1</i>	-	20 Detik
Kecepatan Putar Motor <i>Conveyor 1</i>	-	62,78 RPM
Kecepatan linear motor <i>Conveyor 2</i>	-	15 Detik
Kecepatan Putar Motor <i>Conveyor 2</i>	-	25,5 RPM
Kecepatan linear motor <i>Separator</i>	-	-
Kecepatan Putar Motor <i>Separator</i>	-	466 RPM

Berdasarkan tabel diatas maka sistem otomatisasi dapat mengimbangi kecepatan *output* mesin injeksi.

Tabel 2. Frekuensi *Inverter* Untuk Kecepatan Putar Motor

Frekuensi	Kecepatan Putar Motor		
	<i>Conveyor Lifter 1</i>	<i>Conveyor Lifter 2</i>	<i>Separator</i>
50	72,5	72,5	466
48,81	70,78	70,78	454,94
47,43	68,78	68,78	442,09
46,06	66,78	66,78	429,23
44,68	64,78	64,78	416,38
43,30	62,78	62,78	403,52
41,92	60,78	60,78	390,67
40,54	58,78	58,78	377,81
39,16	56,78	56,78	364,96
37,78	54,78	54,78	352,10
23,10	33,5	33,5	215,32
21,72	31,5	31,5	202,47
20,34	29,5	29,5	189,61
18,97	27,5	27,5	176,76
17,59	25,5	25,5	163,90
16,21	23,5	23,5	151,05
14,83	21,5	21,5	138,19
13,45	19,5	19,5	125,34
12,07	17,5	17,5	112,48

Berdasarkan tabel diatas frekuensi inverter dapat diatur sesuai dengan rpm motor yang telah diperhitungkan pada laporan bab 3. Motor lifter conveyor 1 membutuhkan frekuensi sebesar 43,3 Hz supaya menghasilkan kecepatan putar motor 62,78 rpm, lifter conveyor 2 membutuhkan frekuensi sebesar 17,59 Hz supaya menghasilkan kecepatan putar motor 25,5 rpm dan motor separator membutuhkan frekuensi sebesar 50 Hz supaya dihasilkan kecepatan putar motor 466 rpm.

Sistem otomatisasi ini memiliki 2 mode, yaitu mode *manual* atau *auto*. Siklus sistem pada mode *auto* sebagai berikut :

Tabel 3. Siklus Waktu Sistem Otomatisasi Mesin *Crusher* dan *Separator*

Keterangan	Siklus 1			Siklus 2			Siklus 3		
	On	Duration	Off	On	Duration	Off	On	Duration	Off
Input Runner		50 Buah		50 Buah	-	-	50 Buah	-	-
Conveyor 1 Runner ditampung di crusher	Turn On Continuously			Turn On Continuously			Turn On Continuously		
Crusher	500	15	515	1060	15	1075	1620	15	1635
Conveyor 2	500	60	560	1060	60	1120	1635	60	1695
Separator (Jeda 3 Siklus Crusher)	-	-	-	-	-	-	1695	300	1995
	TOTAL								32 MENIT

Sistem kerjanya adalah *lifter conveyor 1* bergerak beserta *runner* yang turun ke dalam *lifter conveyor 1*, kemudian membawanya ke mesin *crusher*. Dalam mesin *crusher*, *runner* ditampung terlebih dahulu selama 500 detik. Mesin *crusher* akan aktif saat proses penampungan mencapai 500 detik, dan menghancurkan *runner* yang tertampung dalam mesin *crusher* tersebut selama 15 detik. Hasil dari proses *crushing* adalah debu dan *granule* yang kemudian dibawa dengan *lifter conveyor 2* menuju *vibration separator conveyor* selama 60 detik, dan ditampung terlebih dahulu selama 1620 detik atau hingga siklus ketiga. *Separator* akan aktif saat mencapai siklus ketiga dan proses *separating* antara debu dan *granule* dilakukan selama 300 detik. Hasil dari proses *separating* adalah debu dan *granule* yang terpisah, yang kemudian hasilnya akan masuk ke wadah karung yang disediakan. Total waktu proses untuk penyelesaian 1 siklus mode *auto* yaitu sekitar 32 menit.

Tabel 4. Siklus Waktu Proses Secara Manual Tanpa Sistem Otomatisasi

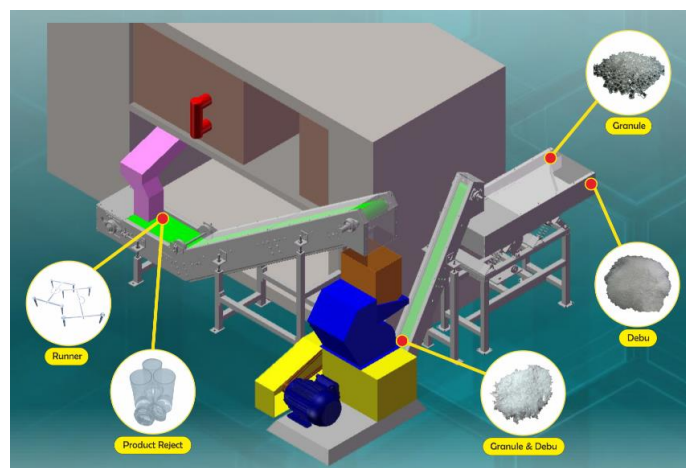
Keterangan	SIKLUS SEBELUM ADA SISTEM OTOMATISASI		
	On	Siklus Duration	Off
Runner ditampung di box (80x40x60)		10800	
Pemindahan box ke mesin <i>Crusher</i>	10800	60	10860
<i>Crushing</i>	10860	360	11220
Pemindahan hasil <i>crushing</i> ke karung	11220	300	11520
Pemindahan karung ke mesin <i>Separator</i>	11520	180	11700
<i>Separating</i>	11700	3000	14700
TOTAL			4.08 JAM

Tabel diatas merupakan siklus proses *crushing* dan *separating* yang masih dilakukan secara manual. Siklus manual yang masih dilakukan memerlukan total waktu untuk menyelesaikan proses sekitar 4,08 jam.

Tabel 5. Siklus Mode Auto Saat Runner Yang Ditampung Sama Seperti Proses Manual

Total Runner Conveyor 1	1100 Buah Turn On Continuously				
Runner ditampung di <i>Crusher</i>	-	11000	183	3,1	-
<i>Crusher</i>	11000	15	0,3	0,004	11015
<i>Conveyor 2</i>	11000	60	1	0,02	11060
<i>Separator</i> (Jeda 3 Siklus <i>Crusher</i>)			-		
Pengerjaan pada waktu ke-	-	11075	185	3,08	-
Total waktu	-	11075 Detik	185 Menit	3,1 Jam	-
				3 Jam 6 Menit	

Berdasarkan tabel diatas apabila waktu tunggu runner telah mencapai ± 3 jam (10800 Detik = 11000 Detik) maka dengan adanya sistem ini produksi material *granule* dapat lebih cepat sekitar ± 1 jam. Sistem ini juga sudah terintegrasi sehingga operator hanya bertugas untuk menjalankan sistem dan mengambil *granule* yang telah masuk ke dalam karung.

**Gambar 5. Desain Sistem Otomatisasi**

Berdasarkan gambar 5, desain sistem juga dibuat tertutup dengan cover akrilik sehingga debu luar tidak dapat masuk ke dalam mesin sehingga *granule* yang dihasilkan terjamin kebersihannya.

Tabel 6. Perbandingan Waktu Injeksi Toshiba 100 T Dengan Siklus Sistem

Komponen	Lifter Conveyor 1	Crusher	Lifter Conveyor 2	Vibration Separator Conveyor
Motor	Gear Motor Sumitomo RNYM1-1320-Y-EP-20	Stock Pada PT. ATMI IGI unit <i>Work InjectiOn</i>	Gear Motor Sumitomo RNYM1-1320-Y-EP-20	TECO Motor AEEB-B3 (IM 1001) 1HP,

Belt	Type 535, Diameter Pulley 20-40 mm	-	Type 535, Diameter Pulley 20-40 mm	Foot Mounting, Frame Size 80
Wiremesh	-	-	-	Diameter Lubang Saringan 2mm
Inverter	EURO EIC-S2007	-	EURO EIC-S2007	EURO EIC-S2007
KONTAKTOR	-	Schneider LC1D12M7 25 A	-	-
TOR	-	Schneider LRD14 7-10A	-	-
TIMER	-	AutOnics AT8N + Socket	AutOnics AT8N + Socket	AutOnics AT8N + Socket
COUNTER	-	-	-	AutOnics FS4-1P4 + Socket
Relay	-	MY4N-GS + Socket	MY4N-GS + Socket	MY4N-GS + Socket
PLC	-	OmrOn CP1E-E40SDR-A	-	MY2-GS + Socket

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian pada sistem dan analisis data hasil pengukuran, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Proses *crushing* dan *separating* yang tadinya masih manual sudah menjadi otomatis,
- Waktu Sistem otomatisasi mesin *Crusher* dan *Separator* ini dapat mempercepat waktu produksi *granule*, dari yang semula membutuhkan waktu proses 1 jam menjadi 30 menit,
- Sistem dapat mengurangi jumlah SDM yang tadinya membutuhkan 2 orang operator (untuk mesin *Crusher* dan *Separator*) menjadi 1 orang untuk mengoperasikan sistem,
- Sistem otomatisasi dapat mengimbangi kecepatan *output* mesin injeksi
- Waktu siklus sistem menjadi lebih efisien

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis sistem yang telah dirancang sudah sesuai dengan kebutuhan mesin dan kebutuhan customer sehingga ketika diimplementasikan pada mesin injeksi *molding* Kawaguchi 140 T sistem dapat beroperasi sesuai dengan tujuan diatas.

Adapun pengembangannya yaitu rancangan ini dapat digunakan pada mesin injeksi lain di PT ATMI IGI unit *Work Injection*. Pengembangannya yaitu pada mesin injeksi *molding* Toshiba 100 T dengan syarat ada perubahan dibagian frekuensi inverter karena kecepatan *output* mesin injeksinya berubah menjadi 18 detik yang ditunjukkan pada gambar tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Waktu Injeksi Toshiba 100 T Dengan Siklus Sistem

Keterangan	Mesin Toshiba 100 T	Sistem Otomatisasi Mesin <i>Crusher</i> dan <i>Separator</i>
Waktu Injeksi	18 Detik	-
Kecepatan Linear Motor <i>Conveyor</i> 1	-	18 Detik
Kecepatan Putar Motor <i>Conveyor</i> 1	-	69,7 RPM
Kecepatan Linear Motor <i>Conveyor</i> 2	-	10 Detik
Kecepatan Putar Motor <i>Conveyor</i> 2	-	38,2 RPM
Kecepatan Linear Motor <i>Separator</i>	-	-
Kecepatan Putar Motor <i>Separator</i>	-	466 RPM

DAFTAR PUSTAKA

- Vinaldy Arisandi Kholidin, Bambang Ariantara, dan Endang Kadar, 2019 *Perancangan Mesin Pencacah Limbah Plastik Kapasitas 20 kg/Jam*, Skripsi (S1) Tesis, Universitas Pasundan, Bandung.
- Jayakrista, Suriandi, 2011, *Perancangan dan Realisasi Pemilah Sampah Anorganik Perkantoran Otomatis Berbasis Mikrokontroler*, Undergraduate Tesis, Universitas Kristen Maranatha, Bandung.