

**DESAIN KECEPATAN *FEED ROLL* DAN *SEPARATION ROLL* UNTUK
MENCAPAI *RECOVERY MINERAL OPTIMAL* PADA ALAT
HIGH TENSION ROLL SEPARATOR DI PPBT PEMALI
PT TIMAH (PERSERO) TBK**

**SPEED DESIGN OF *FEED ROLL* AND *SEPARATION ROLL* TO ACHIEVE
OPTIMAL MINERAL RECOVERY AT *HIGH TENSION*
ROLL SEPARATOR IN PPBT PEMALI
PT TIMAH (PERSERO) TBK**

Hizkia Winner S¹, Mukiat², RR Yunita Bayu Ningsih³

^{1,2,3}*Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32 Indralaya Sumatera Selatan, Indonesia
Telp/fax. (0711) 580137; Email: hizkia.winner@gmail.com*

ABSTRAK

PT Timah (Persero), Tbk merupakan Badan Usaha Milik Negara yang bergerak di bidang pertambangan bijih timah. Syarat peleburan, bijih timah harus diolah untuk mencapai kadar Sn>70%. Salah satu Pusat Pengolahan Bijih Timah (PPBT) berada di Pemali, Bangka Induk. Di PPBT Pemali, salah satu alat pemisahan cassiterite dari mineral ikutannya adalah High Tension Roll Separator (HTRS), yang bekerja berdasarkan sifat kelistrikan mineral tersebut. Berdasarkan Standard Operational Procedure (SOP) PPBT Pemali, HTRS dikatakan bekerja dengan baik apabila mencapai recovery mineral optimal, yaitu recovery mineral konduktor dan non konduktor $\geq 70\%$. HTRS di PPBT Pemali belum menghasilkan recovery mineral optimal, dengan recovery aktual mineral konduktor 36,13% dan non konduktor 9,54%, sehingga variabel HTRS perlu didesain. Variabel pada HTRS adalah feed rate (kecepatan feed roll), kecepatan separation roll, tegangan elektroda, posisi splitter, dan jarak separation roll dengan elektroda. Desain penelitian dibatasi pada variabel kecepatan feed roll dengan 4 variasi kecepatan (15, 20, 25, dan 30 Hz) dan kecepatan separation roll diatur 5 variasi (10, 15, 20, 25, dan 30 Hz). Tiap produk pemisahan diambil sampel untuk dianalisa kandungan mineralnya dengan mikroskop di laboratorium. Pengaruh kecepatan feed roll pada total berat produk dan separation roll pada recovery mineral konduktor. Semakin tinggi kecepatan feed roll, maka semakin besar berat total produk. Semakin kencang separation roll, maka semakin besar recovery mineral konduktor hingga mencapai titik optimumnya dan mengalami penurunan. Dari penelitian diperoleh desain optimal alat pada kecepatan feed roll 15 Hz dan separation roll 25 Hz dengan recovery mineral konduktor 74,59% dan non konduktor 81,71%.

Kata Kunci: High Tension Roll Separator, Recovery Mineral, Optimal, Kecepatan Feed Roll, Kecepatan Separation Roll

1. PENDAHULUAN

PT. Timah (Persero), Tbk merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang pertambangan bijih timah. Bijih timah hasil penambangan perlu dilakukan pengolahan untuk mencapai kadar Sn>70% sebagai kriteria peleburan. Salah satu Pusat Pengolahan Bijih Timah (PPBT) berada di Pemali, Bangka Induk. Bijih timah yang diperoleh dari penambangan, pada umumnya berukuran pasir dengan mineral-mineral ikutan berupa ilmenite, zircon, kuarsa, monasit, dan lain sebagainya.

Untuk meningkatkan *recovery* dari pengolahan mineral cassiterite, maka di PPBT Pemali dilakukan pemisahan mineral dengan beberapa alat berdasarkan sifat fisik mineral tersebut. Salah satu alat di PPBT Pemali adalah *High Tension Roll Separator* (HTRS) yang memisahkan mineral berdasarkan sifat kelistrikan (konduktivitas) mineral tersebut. PPBT Pemali saat ini memiliki satu unit HTRS. *Feed* yang akan diumpankan pada HTRS di PPBT Pemali adalah produk *middling* dari pemisahan mineral alat *Air Table*. Produk *middling* dari *Air Table* di PPBT Pemali ini masih banyak mengandung cassiterite dan juga mineral-mineral ikutan lain yang masih ekonomis untuk dilakukan pengolahan. HTRS di PPBT Pemali ini masih belum bekerja dengan optimal untuk memisahkan mineral konduktor dan non konduktor. Berdasarkan *Standard Operation Procedure* (SOP) PPBT Pemali, HTRS dapat dikatakan bekerja optimal apabila memperoleh *recovery* mineral konduktor dan non konduktor $\geq 70\%$. HTRS di PPBT Pemali harus jadi operasi kembali karena baru mengalami perbaikan dan tidak beroperasi $\pm 1,5$ tahun.

Kinerja HTRS dalam memisahkan mineral konduktor dan non konduktor dipengaruhi oleh beberapa variabel (*adjustment*) yang dapat dilakukan penyetelan. Beberapa variabel yang dapat dilakukan penyetelan adalah *feed rate*, yaitu dengan mengubah kecepatan *feed roll*, posisi *splitter*, tegangan pada elektroda, posisi *plate and corona wire electrode*, dan juga mengubah kecepatan *separation roll*. Untuk menghasilkan *recovery* optimal, yaitu *recovery* mineral konduktor dan non konduktor $\geq 70\%$, maka akan dilakukan desain pada variabel *feed rate* (*feed roll speed*) dan *separation roll speed*.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui *recovery* aktual mineral konduktor dan non konduktor alat HTRS, mengetahui pengaruh jika dilakukan penyetelan terhadap kecepatan *feed roll* dan *separation roll*, dan mengetahui desain kecepatan *feed roll* dan *separation roll* yang menghasilkan *recovery* optimal mineral konduktor dan non konduktor.

Gaya tarik-menarik partikel yang mengandung satu jenis muatan ke arah elektroda yang memiliki muatan berbeda dikenal sebagai “gaya mengangkat”, dikarenakan partikel tersebut terangkat dari permukaan pemisahan ke arah elektroda. Material yang mempunyai kecenderungan untuk menjadi partikel bermuatan dengan polaritas yang diketahui, dapat dipisahkan satu sama lain dengan menggunakan efek gaya angkat ini, meskipun konduktivitasnya mungkin saja sangat mirip. Gaya mengangkat inilah yang disebut sebagai gaya elektrostatik. Sebagai contoh, kuarsa diasumsikan sebagai mineral bermuatan negatif yang akan sangat mudah dipisahkan dari mineral-mineral konduktor lemah dengan menggunakan elektroda yang bermuatan positif [1]. Pemisahan elektrostatik murni seringkali tidak efisien, bahkan dengan mineral yang sangat bersih, dan sangat sensitif terhadap perubahan kelembaban dan temperatur. Sebuah persentase yang besar menunjukkan penggunaan pemisahan elektrostatik secara komersial telah dilakukan dengan menggunakan “efek melekat”, yang mana partikel mineral non konduktor, setelah permukaannya menerima muatan dari elektroda, menahan muatan itu dan melekat pada permukaan alat pemisah yang muatannya berlawanan jenis oleh sebab gaya tarik-menarik muatan positif dan negatif [2].

Recovery mineral dapat didefinisikan sebagai jumlah atau persentase mineral berharga yang dapat diambil dari umpan dan masuk ke konsentrat. Nilai ini menunjukkan rasio mineral berharga yang ada dalam konsentrat dibanding dengan mineral berharga dalam bijih (umpan) [3].

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan proses pemisahan elektrostatik mineral terkait dengan kondisi umpan, yaitu konduktivitas mineral umpan, dimana produk hasil pemisahan adalah mineral konduktor dan non konduktor. Selanjutnya, ukuran partikel mineral umpan. Ukuran maksimum yang diizinkan untuk material *feed* adalah -20 mesh. Kehadiran material *feed* yang lebih besar dari -20 mesh akan mengakibatkan penumpukan pada *trash screen* dan mengakibatkan *feed* terhalang untuk masuk menuju *feed roller*. Sebagai akibatnya *feed rate*-nya rendah. Faktor selanjutnya adalah karakteristik aliran umpan pada *roller*. Aliran *feed* pada *roll* ditentukan oleh bentuk partikel, kondisi permukaan, dan kecepatan *roll*. Karakteristik aliran yang baik akan meningkatkan perolehan HTRS [4]. Lalu yang terakhir, temperatur dan kondisi *feed* yang kering juga akan mempengaruhi pemisahan mineral karena *feed* tidak dapat dipisahkan oleh HTRS dalam kondisi lembab dan kurang kering. Oleh karena itu dibutuhkan alat pendukung untuk alat HTRS ini, yaitu *Rotary Dryer* untuk menghasilkan *feed* yang kering dengan temperatur 100-115°C [5].

Sementara itu, faktor penyetelan variabel-variabel pada alat HTRS dapat dilakukan untuk memperoleh *recovery* produk hasil pemisahan yang baik. Beberapa variabel alat HTRS adalah posisi *splitter* yang ditentukan dengan pengamatan terhadap aliran mineral di atas *roll*. Posisi *splitter* terlalu dekat pada *roll* akan mengurangi produk konduktor, dan sebaliknya jika jarak *splitter* terlalu jauh dari *roll* maka kemungkinan mineral non konduktor masuk ke produk konduktor akan semakin besar. Kedua, tegangan pada elektroda (*applied voltage to electrodes*) yang bila ditingkatkan akan membuat semakin besar *recovery* mineral non konduktor dan juga meningkatkan kualitas kadar dari produk konduktor. Ketiga, *feed rate* yang umumnya ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu ukuran butir, persentase mineral konduktor, suhu, dan sebagainya. Jika *feed rate* tinggi tanpa penyetelan pada variabel lain, khususnya kecepatan *separation roll*, maka kemungkinan mineral non konduktor dapat terperangkap ke produk konduktor. Hal ini

menyebabkan efisiensi kerja alat rendah. Salah satu cara untuk menyetel *feed rate* ialah dengan mengubah kecepatan *feed roll*. Keempat, *corona wire and plate electrode position* yang disetel berdasarkan posisi vertikalnya. Posisinya dapat mempengaruhi kemampuan memisahkan berbagai partikel. Bila *feed* kaya akan mineral konduktivitas baik, cara untuk menghasilkan kualitas konduktor optimal, biasanya dilakukan penyetelan posisi elektroda sehingga jarak antara piringan dan *roller* lebih dari 45mm. Bila *feed* kaya dengan mineral nonkonduktor, cara untuk memisahkan konduktor dari non konduktor secara maksimal adalah dengan membuat jarak antara elektroda dan *roller* kurang dari 20mm. Terakhir *separation roll speed* yang penyetelannya digunakan untuk mempengaruhi perbaikan kadar (*grade*) atau perolehan (*recovery*) dari produk. Peningkatan putaran *roll* akan meningkatkan *recovery* produk konduktor namun dengan kadar yang lebih rendah, sebaliknya dengan penurunan kecepatan *roll* dapat menyebabkan mineral-mineral konduktor tergabung dalam produk non konduktor [6].

Mohanan et al. (2012) mengatakan pada temperatur *feed* yang stabil, semakin tinggi kecepatan *separation roll*, maka *recovery* mineral konduktor akan semakin besar [7]. Sementara itu menurut Laxmi et al. (2012), bahwa kecepatan *separation roll* yang sangat kencang dapat mengakibatkan terjadinya penurunan *recovery* mineral konduktor. Hal ini disebabkan adanya umpan yang terlempar beserta mineral konduktor tanpa sempat dipisahkan di *separation roll* [8]. Kumar et al. (2006) juga menjelaskan ketika produk konduktor mengandung terlalu banyak mineral non konduktor, maka kecepatan *separation roll* harus diperlambat [9].

2. METODOLOGI PENELITIAN

1. Instrumentasi dan Teknik Pengumpulan Data

Instrumen atau peralatan yang dipergunakan pada kegiatan pengumpulan data adalah sebagai berikut:

- Stopwatch, digunakan untuk mengukur waktu saat pengambilan sampel produk.
- Kamera, digunakan sebagai alat mengambil gambar di lapangan sebagai penunjang.

Untuk memperoleh data yang benar-benar representatif, dilakukan kegiatan pengumpulan data dalam beberapa tahapan. Adapun tahapan pengumpulan data untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Dalam pelaksanaan penelitian, studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang mendukung, baik sebagai dasar penelitian maupun sebagai referensi. Literatur dapat diperoleh dari buku, teori, peta, dan tabel dari data perpustakaan maupun dari perusahaan.

b. Observasi Lapangan

Tahapan ini dilakukan untuk mengamati secara langsung kondisi lapangan agar lebih mudah dalam proses pengambilan data, baik primer maupun sekunder, dan juga untuk lebih memahami alur kegiatan pengolahan bijih timah di lokasi penelitian PPBT Pemali.

c. Pengambilan Data

Data diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan dan sumber-sumber serta literatur-literatur yang berhubungan dengan permasalahan. Pengambilan data tergantung dari jenis data yang dibutuhkan, yaitu:

- 1) Data Primer : Persen berat mineral pada *feed*, *recovery* aktual, *feed rate*, dan persen berat mineral tiap produk.
- 2) Data Sekunder : Spesifikasi alat *High Tension Roll Separator* (HTRS).

2. Pengolahan Data

Data-data yang diperoleh dari hasil analisa sampel di laboratorium fisik kemudian diolah dengan menggunakan *software* yaitu Microsoft Excel 2007 untuk menghitung *recovery* mineral konduktor dan non konduktor berdasarkan data persen berat mineral konduktor dan non konduktor setelah dilakukan desain kecepatan *feed roll* dan *separation roll*. Selain itu data-data yang didapatkan, dihubungkan dengan dasar teori dan penelitian-penelitian yang terkait sehingga diperoleh analisa yang tepat mengenai pengaruh perubahan kecepatan *feed roll* dan *separation roll* terhadap *recovery* mineral konduktor dan non konduktor pada *High Tension Roll Separator*. Perhitungan persentase *recovery* mineral mengikuti rumus-rumus *material balance* sebagai berikut [10]:

$$F = C + T \quad (1)$$

$$fF = cC + tT \quad (2)$$

$$R = \frac{cC}{fF} \times 100\% \quad (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1 Perhitungan *Recovery* Aktual Alat Sebelum Desain

HTRS di PPBT Pemali beroperasi dengan kecepatan *feed roll* sebesar 10 Hz dan *separation roll* 10 Hz. Variabel-variabel alat yang lain diatur sebagai berikut: posisi *splitter* 23 mm, tegangan elektroda 26 kV, jarak antara elektroda dan *roll* 45 mm. Dengan kondisi penyetelan variabel alat HTRS tersebut, maka didapat hasil perhitungan *recovery* aktual pada Tabel 1. Dari data yang ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah, *recovery* aktual mineral konduktor sebesar 36,13% dan mineral non konduktor 9,54%.

3.1.2 Hasil Penelitian Desain Variasi Kecepatan *Feed Roll* (15, 20, 25, dan 30 Hz) dan Variasi Kecepatan *Separation Roll* (10, 15, 20, 25, dan 30 Hz)

Penelitian dilakukan dengan pengaturan kecepatan *feedroll* bervariasi 15, 20, 25, dan 30 Hz, sedangkan *separation roll* dilakukan perubahan dengan 5 variasi kecepatan, yaitu 10, 15, 20, 25, dan 30 Hz. Jadi ada total 20 kali pengaturan variasi kecepatan *feed roll* dan *separation roll*. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel dari tiap produk selama 10 detik dengan variabel alat HTRS yang lain diatur sama dengan kondisi aktualnya, yaitu tegangan elektroda sebesar 26 kV, posisi *splitter* 23 mm, dan jarak antara elektroda dan *roll* 45 mm. Sampel yang diambil dilakukan analisa dengan mikroskop untuk mengetahui persen berat mineral yang terkandung pada sampel. Berikut ini dilampirkan data pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 yang menunjukkan berat produk konduktor, *middling*, dan non konduktor setelah dilakukan desain terhadap kecepatan *feed roll* dan *separation roll*.

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Recovery* Aktual Alat HTRS

			Desain Aktual	
<i>Separation Roll</i> (Hz)			10	
<i>Feed Roll</i> (Hz)			10	
Produk	Kond.	Tph	0,56	
		%	23,81	
	Midd.	Tph	1,66	
		%	70,97	
	Non Kond.	Tph	0,12	
		%	5,22	
<i>Recovery</i> Aktual	Kond.	%	36,13	
	Non Kond.	%	9,54	

Tabel 2. Berat Produk Konduktor Setelah Desain Kecepatan *Feed Roll* dan *Separation Roll*

Separation Roll \ Feed Roll	10 Hz		15 Hz		20 Hz		25 Hz		30 Hz	
	Tph	%								
15 Hz	0,91	27,61	0,73	23,39	1,25	37,50	1,70	47,39	1,38	41,65
20 Hz	1,76	37,60	1,97	43,23	1,98	45,33	2,29	53,54	2,04	46,10
25 Hz	1,61	30,85	3,09	52,10	2,89	51,31	3,34	57,85	3,16	51,61
30 Hz	1,99	28,77	2,97	38,72	4,11	51,98	3,54	48,62	3,65	51,06

Tabel 3. Berat Produk *Middling* Setelah Desain Kecepatan *Feed Roll* dan *Separation Roll*

Separation Roll \ Feed Roll	10 Hz		15 Hz		20 Hz		25 Hz		30 Hz	
	Tph	%								
15 Hz	2,31	69,78	0,37	11,70	0,52	15,52	0,50	13,86	0,86	25,81
20 Hz	1,68	35,90	2,04	44,89	1,33	30,55	0,83	19,44	1,18	26,62
25 Hz	3,31	63,36	1,48	25,05	1,08	19,21	1,67	28,83	1,99	32,41
30 Hz	4,84	69,98	3,91	51,03	2,69	33,92	2,97	40,81	2,60	36,34

Tabel 4. Berat Produk Non Konduktor Setelah Desain Kecepatan *Feed Roll* dan *Separation Roll*

Separation Roll Feed Roll	10 Hz		15 Hz		20 Hz		25 Hz		30 Hz	
	Tph	%								
15 Hz	0,09	2,61	2,04	64,91	1,57	46,98	1,39	38,76	1,08	32,54
20 Hz	1,24	26,50	0,54	11,88	1,05	24,11	1,16	27,02	1,21	27,27
25 Hz	0,30	5,79	1,35	22,86	1,66	29,48	0,77	13,33	0,98	15,97
30 Hz	0,09	1,25	0,78	10,24	1,12	14,10	0,77	10,57	0,90	12,60

Tabel 5. Berat Total Produk HTRS Setelah Desain

Separation Roll Feed Roll	10 Hz	15 Hz	20 Hz	25 Hz	30 Hz
	Tph	tph	Tph	Tph	Tph
15 Hz	3,31	3,14	3,34	3,59	3,32
20 Hz	4,67	4,55	4,36	4,28	4,44
25 Hz	5,23	5,92	5,64	5,78	6,13
30 Hz	6,92	7,66	7,92	7,29	7,14

Setelah data mengenai berat produk konduktor, *midlling*, dan non konduktor diperoleh, maka sampel tiap produk tersebut dianalisa dengan mikroskop di laboratorium untuk mengetahui persen berat mineral konduktor dan non konduktor tiap sampel. Data persen berat dan *assay* mineral dapat dilihat pada Tabel 6. Setelah itu *recovery* mineral konduktor dan non konduktor dihitung berdasarkan persamaan *material balance* [10]. Berikut disajikan data perolehan *recovery* setelah dilakukan variasi desain kecepatan *feed roll* dan *separation roll* pada Tabel 7.

Tabel 6. Persen Berat Mineral dan Assay Mineral Setelah Desain

Separation Roll Feed Roll	10 Hz	15 Hz	20 Hz	25 Hz	30 Hz	
	15 Hz	%Berat C (%)	95,17	96,26	96,66	95,66
%Berat NC (%)		86,99	73,45	65,31	82,69	80,90
Assay C (%)		60,36	47,62	61,59	60,78	60,70
Assay NC (%)		39,64	52,38	38,41	39,22	39,30
20 Hz	%Berat C (%)	84,19	93,78	85,10	91,31	87,01
	%Berat NC (%)	65,06	85,00	78,95	87,01	90,41
	Assay C (%)	57,75	72,52	60,76	61,47	59,75
	Assay NC (%)	42,25	27,48	39,24	38,53	40,25
25 Hz	%Berat C (%)	96,63	87,01	90,30	85,24	79,60
	%Berat NC (%)	49,85	71,24	72,05	80,11	65,29
	Assay C (%)	52,64	65,46	64,60	68,93	67,45
	Assay NC (%)	47,36	34,54	35,40	31,07	32,55
30 Hz	%Berat C (%)	85,61	86,06	88,09	86,53	90,26
	%Berat NC (%)	69,78	66,38	77,73	86,78	64,07
	Assay C (%)	65,34	59,13	66,24	64,28	71,29
	Assay NC (%)	34,66	40,87	33,76	35,72	28,71

Tabel 7. Recovery Mineral Setelah Desain Kecepatan Feed Roll dan Separation Roll

Separation Roll Feed Roll	10 Hz	15 Hz	20 Hz	25 Hz	30 Hz	
	15 Hz	C (%)	43,53	47,29	58,85	74,59
NC (%)		5,73	91,02	79,89	81,71	66,97
20 Hz	C (%)	54,81	55,91	63,50	79,53	67,14
	NC (%)	40,81	36,73	48,51	61,02	61,25
25 Hz	C (%)	56,64	69,25	71,73	71,54	60,91
	NC (%)	6,09	47,14	60,00	34,35	31,04
30 Hz	C (%)	37,70	56,35	69,12	65,45	64,65
	NC (%)	1,51	16,64	31,46	24,69	28,12

3.2 Pembahasan

3.2.1 Recovery Aktual Alat HTRS

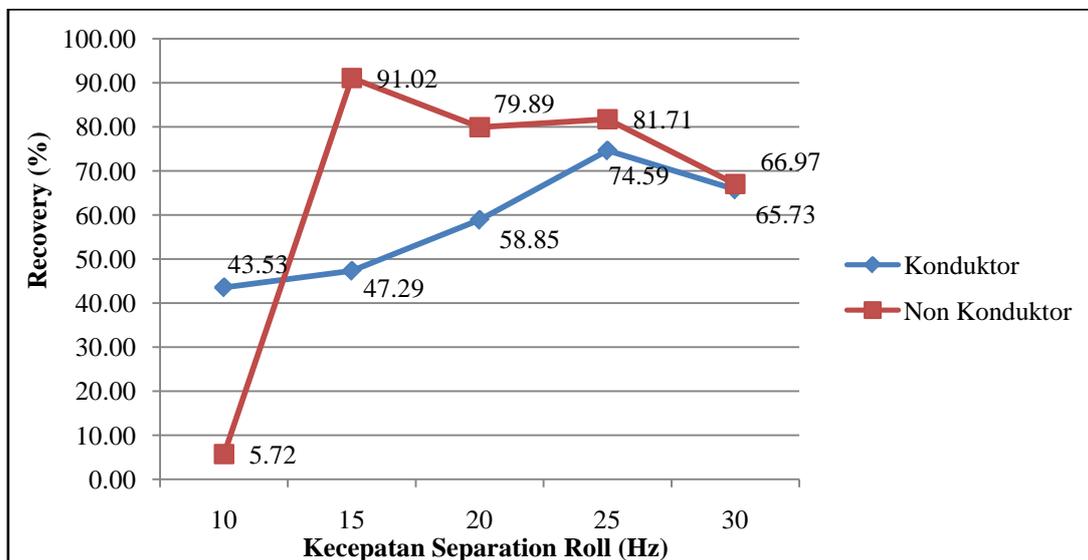
Dari data yang ditunjukkan pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa *recovery* aktual alat *High Tension Roll Separator* hanya 36,13% untuk mineral konduktor dan 9,54% untuk mineral non konduktor. Berdasarkan SOP PPBT Pemali, HTRS dapat dikatakan bekerja dengan baik ketika mencapai *recovery* mineral optimal, yaitu *recovery* mineral konduktor dan non konduktor $\geq 70\%$. Hal ini menunjukkan bahwa HTRS belum bekerja dengan baik, dapat dilihat berdasarkan *recovery* aktualnya. Hal ini dapat disebabkan karena belum dilakukan penyetelan variabel secara tepat pada pengoperasian alat HTRS ini. Mohanan et al. (2012) mengatakan pada temperatur *feed* yang stabil, semakin tinggi kecepatan *feed roll*, maka total berat produk yang dihasilkan semakin berat, dan jika semakin tinggi kecepatan *separation roll*, maka *recovery* mineral konduktor akan semakin tinggi. Oleh karena itu perlu dilakukan desain pada variabel alat agar alat dapat bekerja dengan baik dan memperoleh *recovery* yang baik. Desain dilakukan pada kecepatan *feed roll* dan *separation roll*.

3.2.2 Pengaruh Desain Kecepatan *Feed Roll* 15 Hz dan Variasi Kecepatan *Separation Roll* (10, 15, 20, 25, dan 30 Hz) Terhadap *Recovery*

Berdasarkan data *recovery* percobaan desain kecepatan *feed roll* 15 Hz dengan 5 variasi kecepatan *separation roll* yang terdapat pada Tabel 7, dapat dilihat pada grafik berikut ini pengaruh kecepatan *separation roll* terhadap *recovery* mineral konduktor. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Mohanan et al. (2012) mengatakan pada temperatur *feed* yang stabil, semakin tinggi kecepatan *separation roll*, maka *recovery* mineral konduktor akan semakin besar. Dapat dilihat pada Gambar 1, semakin kencang kecepatan *separation roll*, maka *recovery* dari mineral konduktor akan makin besar sampai mencapai batas optimal, lalu *recovery* konduktornya akan menunjukkan penurunan. Penurunan *recovery* konduktor ini dapat disebabkan aliran *feed* pada *roll* tidak merata karena tingginya kecepatan putaran *separation roll* dan menyebabkan adanya partikel umpan terlempar tanpa dipisahkan. Dari Gambar 1 di bawah, *recovery* mineral konduktor $\geq 70\%$ adalah 74,59% terdapat pada kecepatan *separation roll* sebesar 25 Hz. Sementara itu, *recovery* mineral non konduktor $\geq 70\%$ adalah 91,02% pada kecepatan *separation roll* sebesar 15 Hz, 79,89% pada kecepatan *separation roll* sebesar 20 Hz, dan 81,71% pada kecepatan *separation roll* sebesar 25 Hz.

Batas optimal dari pengaturan pertama adalah pada kecepatan *separation roll* sebesar 25 Hz dengan *recovery* mineral konduktor 74,59%. Setelah lewat batas optimal, pada kecepatan *separation roll* sebesar 30 Hz, *recovery* mineral konduktor mengalami penurunan menjadi 65,73%.



Gambar1. *Recovery* mineral desain kecepatan *feed roll* 15 Hz dan variasi kecepatan *separation roll* (10, 15, 20, 25, dan 30 Hz)

3.2.3 Pengaruh Desain Kecepatan *Feed Roll* 20 Hz dan Variasi Kecepatan *Separation Roll* (10, 15, 20, 25, dan 30 Hz) Terhadap *Recovery*

Desain selanjutnya diatur kecepatan *feed roll* 20 Hz dengan 5 variasi kecepatan *separation roll* dan diperoleh *recovery* seperti yang terdapat pada Tabel 7. Gambar 2 menunjukkan grafik yang menggambarkan pengaruh desain kecepatan *feed roll* 20 Hz dengan 5 variasi kecepatan *separation roll* pada *recovery* mineral.

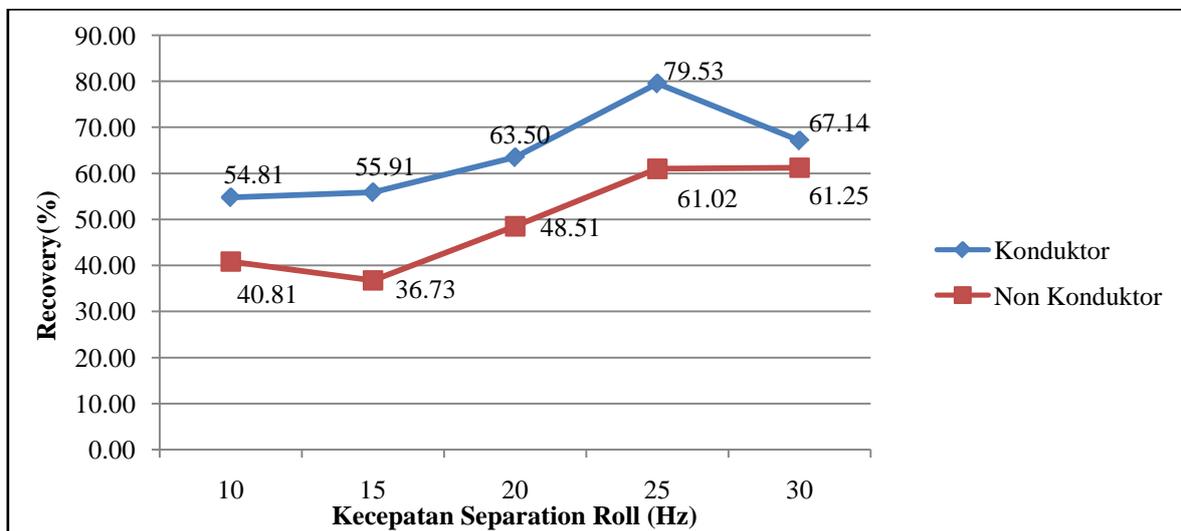
Gambar 2 juga menunjukkan grafik yang sama yaitu semakin tinggi kecepatan *separation roll*, maka perolehan *recovery* dari mineral konduktor akan semakin besar dan *recovery* mengalami penurunan ketika *separation roll* sudah mencapai kecepatan optimalnya. Penurunan *recovery* konduktor ini dapat disebabkan aliran *feed* pada *roll* tidak merata karena tingginya kecepatan *separation roll* dan menyebabkan adanya partikel umpan yang ikut terlempar tanpa dipisahkan. Dari Gambar 2 di bawah, *recovery* mineral konduktor $\geq 70\%$ adalah 79,53% terdapat pada kecepatan *separation roll* sebesar 25 Hz. Sementara itu, *recovery* mineral non konduktor $\geq 70\%$ tidak tercapai sama sekali.

Desain ini menunjukkan batas optimal pada kecepatan *separation roll* sebesar 25 Hz dengan *recovery* mineral konduktor 79,53% dan mengalami penurunan pada kecepatan *separation roll* sebesar 30 Hz yaitu *recovery* mineral konduktor menjadi 67,14%.

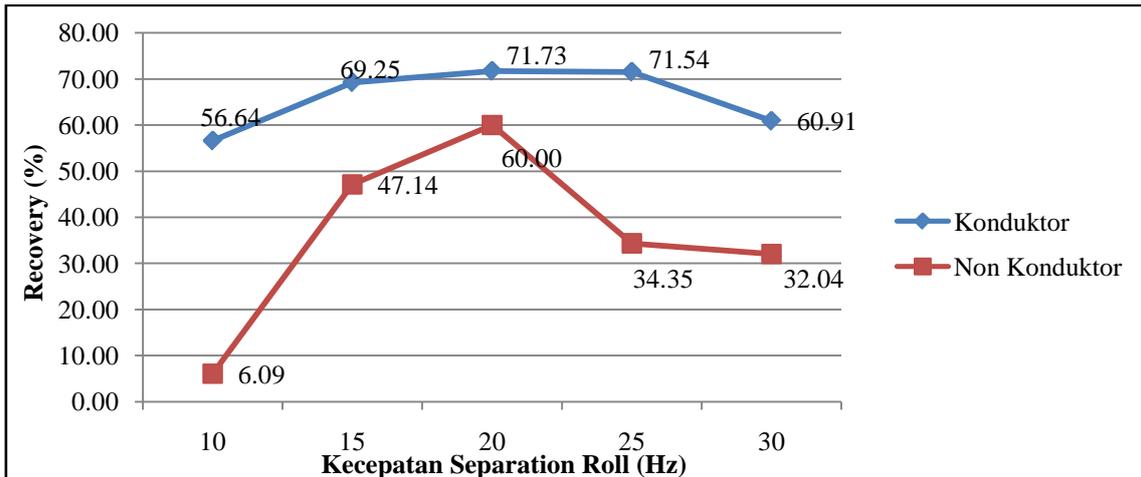
3.2.4 Pengaruh Desain Kecepatan *Feed Roll* 25 Hz dan Variasi Kecepatan *Separation Roll* (10, 15, 20, 25, dan 30 Hz) Terhadap *Recovery*

Pada desain kecepatan *feed roll* 25 Hz dengan 5 variasi kecepatan *separation roll* yang *recovery* hasil perhitungannya terdapat pada Tabel 7, diperoleh *recovery* mineral konduktor $\geq 70\%$ pada kecepatan 20 Hz dan 25 Hz yaitu sebesar 71,73% dan 71,54%. Pengaruh kecepatan *separation roll* terhadap perolehan *recovery* mineral konduktor pada desain penelitian ini dapat dijelaskan pada Gambar 3. Pada Gambar 3 ditunjukkan grafik *recovery* mineral konduktor membentuk suatu parabola yang menjelaskan bahwa semakin tinggi kecepatan *separation roll* maka semakin besar juga *recovery* mineral konduktor yang dihasilkan oleh HTRS hingga mengalami penurunan setelah mencapai batas optimalnya. Hal ini dapat disebabkan oleh karena terlalu cepatnya *separation roll* berputar yang mengakibatkan mineral-mineral non konduktor ikut terlempar bersama dengan mineral konduktor dan masuk ke dalam wadah penampungan produk mineral konduktor HTRS. Berikut ini akan ditunjukkan grafik *recovery* mineral konduktor dan non konduktor pada Gambar 3.

Batas optimal dari desain ketiga adalah pada kecepatan *separation roll* sebesar 20 Hz. Setelah lewat batas optimal, pada kecepatan *separation roll* sebesar 25 Hz dan 30 Hz, *recovery* konduktor mengalami penurunan menjadi 71,54% dan 60,91%. Pada desain ini tidak dihasilkan *recovery* mineral non konduktor $\geq 70\%$.



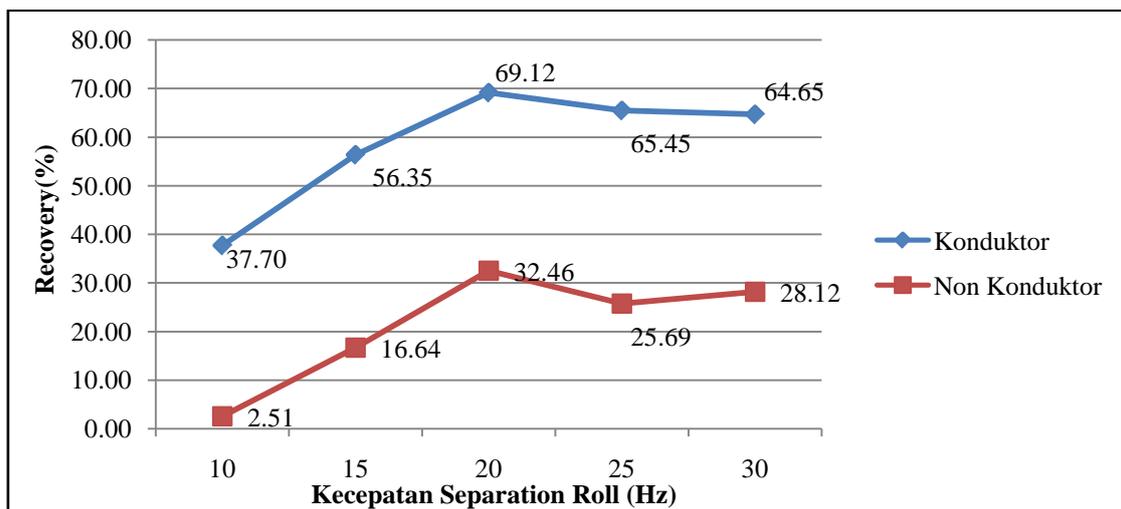
Gambar 2. *Recovery* mineral desain kecepatan *feed roll* 20 Hz dan variasi kecepatan *separation roll* (10, 15, 20, 25, dan 30 Hz)



Gambar 3. Recovery mineral desain kecepatan feed roll 25 Hz dan variasi kecepatan separation roll (10, 15, 20, 25, dan 30 Hz)

3.2.5 Pengaruh Desain Kecepatan Feed Roll 30 Hz dan Variasi Kecepatan Separation Roll (10, 15, 20, 25, dan 30 Hz) Terhadap Recovery

Desain kecepatan feed roll 30 Hz dengan 5 variasi kecepatan separation roll menghasilkan recovery mineral seperti terdapat pada Tabel 7. Pada desain ini tidak dihasilkan recovery $\geq 70\%$ pada mineral konduktor dan non konduktor. Berdasarkan buku manual alat (*CHTR Operation and Service Manual*, 2013), dijelaskan bahwa hal ini dapat disebabkan karena feed dalam jumlah yang sangat besar yang disebabkan oleh kecepatan feed roll yang tinggi, masuk secara bersamaan untuk dipisahkan oleh separation roll, namun tidak terpisahkan secara sempurna yang mengakibatkan sebagian besar umpan akhirnya terlempar tanpa dipisahkan oleh separation roll. Umpan yang terlempar dan tak dipisahkan itu akan tergabung bersama mineral-mineral konduktor dan keluar sebagai produk konduktor. Gambar 4 akan menunjukkan grafik recovery mineral yang dihasilkan melalui desain kecepatan feed roll 30 Hz dan 5 variasi kecepatan separation roll. Pada Gambar 4 ditunjukkan recovery mineral tertinggi dicapai pada kecepatan separation roll 20 Hz dengan recovery sebesar 69,12% dan setelah itu mengalami penurunan besar recovery. Grafik ini menunjukkan bentuk grafik parabola pada recovery mineral konduktor sama seperti desain-desain sebelumnya pada penelitian ini.



Gambar 4. Recovery mineral desain kecepatan feed roll 30 Hz dan variasi kecepatan separation roll (10, 15, 20, 25, dan 30 Hz)

3.2.6 Hasil Penelitian Secara Keseluruhan

Setelah dilakukan desain terhadap kecepatan *feed roll* dan *separation roll* dengan 4 kali pengaturan desain, dapat dilihat bahwa semakin besar kecepatan putaran *feed roll*, maka akan semakin besar juga *feed rate*-nya. Hal ini dapat dilihat berdasarkan kapasitas total produk konduktor, *middling*, dan non konduktor yang mengalami kenaikan jumlah tiap semakin besarnya kecepatan putaran *feed roll*. Sedangkan pengaruh *separation roll* ditunjukkan dengan semakin besar kecepatan putaran *separation roll*, maka *recovery* mineral konduktor akan semakin besar sampai pada batas optimumnya. Setelah mencapai batas optimum, maka besar *recovery* mineral konduktor akan mengalami penurunan dan dapat dilihat pada grafik garis digambarkan dalam grafik parabola.

Setelah dilakukan desain, ada 6 desain kecepatan *feed roll* dan *separation roll* menghasilkan *recovery* mineral konduktor dan non konduktor $\geq 70\%$ yang telah ditunjukkan pada Tabel 8. Dari Tabel 8, desain yang menghasilkan *recovery* paling optimal dari seluruh desain adalah desain Des. 3 dengan kecepatan putaran *feedroll* 15 Hz dan *separationroll* 25 Hz. Pada percobaan ini, besar *recovery* konduktor 74,59% dan besar *recovery* non konduktor 81,71%. Rancangan desain optimal alat ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 8. Recovery Mineral Setelah Desain.

Variabel		Des. Aktual	Des. 1	Des. 2	Des. 3	Des. 4	Des. 5	Des. 6
<i>Feed Roll</i> (Hz)		10	15	15	15	20	25	25
<i>Separation Roll</i> (Hz)		10	15	20	25	25	20	25
<i>Recovery</i>	Kond. (%)	36,13	47,29	58,85	74,59	79,53	71,73	71,54
	Non Kond. (%)	9,54	91,02	79,89	81,71	61,92	60,00	34,35

Tabel9. Desain Kecepatan *Feed Roll* dan *Separation Roll* Alat HTRS Yang Menghasilkan *Recovery* Optimal

			Des. Aktual	Desain Optimal
<i>Separation Roll</i> (Hz)			10	25
<i>Feed Roll</i> (Hz)			10	15
Tegangan Elektroda (kV)			26	26
Posisi <i>Splitter</i> (mm)			23	23
Gap Elektroda dan <i>Roll</i> (mm)			45	45
<i>Recovery</i>	Kond.	%	36,13	74,59
	Non Kond.	%	9,54	81,71

4. KESIMPULAN

Percobaan dengan melakukan penyetelan pada kecepatan *feed roll* dan *separation roll* pada alat *High Tension Roll Separator* menghasilkan kesimpulan:

1. *Recovery* aktual mineral konduktor dan non konduktor pada kecepatan *feed roll* 10 Hz dan *separation roll* 10 Hz sebelum dilakukan desain adalah 36,13% dan 9,54%.
2. Semakin cepat putaran *feed roll*, maka kapasitas produk yang dihasilkan akan semakin besar tetapi *recovery* semakin kecil. Dan semakin cepat putaran *separationroll*, maka akan semakin besar juga *recovery* dari mineral konduktor, dan akan mengalami penurunan setelah mencapai batas optimalnya.
3. Penelitian yang menghasilkan *recovery* paling optimal dari seluruh percobaan adalah pengaturan dengan kecepatan putaran *feedroll* 15 Hz dan *separationroll* 25 Hz. Pada pengaturan ini, besar *recovery* konduktor 74,59% dan non konduktor 81,71%.

5. SARAN

Berdasarkan penelitian, olah data, dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disarankan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan modifikasi system *rotary dryer* dengan cara penambahan dapur sehingga api tidak kontak langsung pada dinding di dalam *dryer* agar suhu yang dihasilkan untuk memanaskan *feed* stabil dan sesuai dengan kebutuhan.
2. Operator alat penting untuk mengontrol suhu pada *Rotary Dryer* tetap stabil agar *umpan* tidak terlalu panas saat dipisahkan pada alat HTRS karena dapat mengakibatkan pemisahan mineral tidak efektif dan potensi kerusakan terhadap komponen alat HTRS.

3. Operator alat penting untuk mengawasi *trash screen* dikarenakan apabila terjadi penumpukan dapat mengganggu proses pemisahan mineral pada HTRS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kelly, E.G. dan Spottiswood, D.J. (1989). The Theory of Electrostatic Separations: A Review, Part III: The Separation of Particles. *Minerals Engng.*, 2(3), 337.
- [2] Bebin, P., Mavrovic, D., dan Rochette, A. (2014). Electrostatic Separation as a Characterizing Tool for the Insulation of Conductive Mineral Particles. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 2, 200-215.
- [3] Wills, B.A dan Napier-Munn, T.J. (2006). *Will's Mineral Processing Technology : An Introduction to The Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery Seventh Edition*. Elsevier Science & Technology Book.
- [4] Lindley, K.S. dan Rowson, N.A. (1997). Feed Preparation Factors Affecting The Efficiency Of Electrostatic Separation. *Overseas Publishers Association: Magnetic and Electrical Separation, Vol.8*, pp. 161- 173.
- [5] Svoboda, J. (2004). *Magnetic Techniques for The Treatment of Materials*. United States of America: Kluwer Academic Publishers.
- [6] Mineral Technologies. (2013). *Operation and Service Manual: High Tension Roll Separator CHTR 1x3x1800x270dia*. Indonesia: PT SpektrumKrisindoElektrika
- [7] Mohanan, S., Tripathy, S.K., Ramamurthy, Y. dan Kumar, C.R. (2012). Application of High Tension Roll Separator for The Separation of Titanium Bearing Minerals: Process Modeling and Optimization. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 11, 1005-1011.
- [8] Laxmi, T., Aslan, N. dan Rao, R.B. (2012). Optimization of Some Parameters of High Tension Roll Separator to Recover Titaniferous Placer Minerals. *International Journal of Engineering & Applied Sciences (IJEAS)*. Vol.4, Issue 2(9-25).
- [9] Kumar, C.R., Daniel, F., Murty, V.S. dan Kumar, S.S. (2006). Effect of Process Variables on High Tension Separation - A Statistical Approach. *Proceedings of the International Seminar on Mineral Processing Technology, Chennai, India*. pp. 559 - 563.
- [10] Tobing. (2005). *Pengolahan Bahan Galian (Mineral Dressing)*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.