

Analisis Troubleshooting *Belt Scale* CV509 pada Proses Pemindahan Batubara dalam Meningkatkan Performa dan Keandalan Sistem Pengukuran di PT. BT

Iqbal Ramadhan^{1*}, Putri Endah Suwarni², Burhan Nudin³

Iqbal Ramadhan, Putri Endah Suwarni, dan Burhan Nudin, Universitas Tulang Bawang Lampung

^{1,2} Prodi Teknik Industri, Universitas Tulang Bawang

Jl. Gajah Mada No.34, Kota Baru Bandar Lampung

**Penulis Korespondensi: iqbalramadhan1194@gmail.com*

Abstract

Belt Scale is a critical instrument in industries for measuring the flow rate of materials on conveyors. The accuracy of these measurements is crucial as it directly impacts production efficiency, costs, and product quality. This research aims to conduct an in-depth analysis of Belt Scale accuracy under various operational conditions. The methodology employed involves collecting field data, conducting literature reviews, and utilizing computer simulations. The acquired data is then compared against reference data to identify error rates and influencing factors. The anticipated outcome of this study is a deeper understanding of Belt Scale performance, enabling companies to optimize their measurement systems. Furthermore, this research paves the way for developing more advanced material measurement technologies. The primary objective of this study is to enhance the reliability of Belt Scale measurement systems, thereby providing more accurate data and facilitating better decision-making in production processes.

Keywords: *Accuracy, Belt Scale, Industrial Conveyor, Material Measurement.*

Abstrak

*Belt Scale adalah alat penting dalam industri untuk mengukur laju aliran material pada konveyor. Akurasi pengukuran ini sangat krusial karena berdampak langsung pada efisiensi, biaya, dan kualitas produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam akurasi *Belt Scale* dalam berbagai kondisi operasional. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data lapangan, studi literatur, dan simulasi komputer. Data yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan data referensi untuk mengidentifikasi tingkat kesalahan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kinerja *Belt Scale*, sehingga perusahaan dapat mengoptimalkan sistem pengukuran mereka. Selain itu, penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan teknologi pengukuran material yang lebih canggih. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk meningkatkan keandalan sistem pengukuran *Belt Scale*, sehingga dapat memberikan data yang lebih akurat dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam proses produksi.*

Keywords: *Akurasi, Belt Scale, Konveyor industri, Kalibrasi, Pengukuran material*

Pendahuluan

Perkembangan teknologi telah mengubah cara kita mengukur beban pada sabuk konveyor. Operasi pertambangan membutuhkan sabuk conveyor untuk memindahkan material tambang, seperti batu bara, dari wajah kerja (tempat penggalian) melalui jarak jauh ke pabrik pengolahan (Zeng et al., 2019) Jika sebelumnya *Belt Scale* hanya menggunakan metode mekanik yang sederhana, kini perangkat ini telah dilengkapi dengan sensor-sensor canggih dan sistem otomatisasi. Hasilnya, akurasi pengukuran meningkat pesat, dan kita dapat memperoleh data real-time yang sangat berguna untuk mengoptimalkan kinerja konveyor dan mengelola material secara lebih efektif (Irfan et al., 2019)

Sabuk konveyor akan menyimpang selama operasi karena tekanan yang tidak merata pada permukaannya, yang mengakibatkan tumpahan material, kerusakan properti, dan bahkan cedera personel. Sudah lama diakui bahwa sistem pemantauan kondisi sabuk untuk deteksi dini penyimpangan sabuk yang tidak biasa sangat diinginkan. Oleh karena itu, penting untuk mempelajari mekanisme penyimpangan sabuk konveyor (Li & Dai, 2016)

Belt Scale merupakan alat penting dalam industri, khususnya pada proses produksi batubara, untuk mengukur secara akurat jumlah material yang dipindahkan melalui konveyor. Akurasi pengukuran ini sangat krusial untuk optimasi produksi, efisiensi operasional, dan manajemen persediaan. Namun, dalam praktiknya, seringkali terjadi deviasi yang signifikan antara set point dan kondisi aktual pada *Belt Scale*, sehingga mempengaruhi kualitas produk akhir (Zuhri, 2020)

Awalnya, deteksi awal penyimpangan sabuk konveyor terutama mengandalkan inspeksi manual, yang membutuhkan banyak tenaga kerja dan rentan terhadap kesalahan dan kelalaian. Kemudian, perangkat deteksi mekanik dan fotoelektrik diperkenalkan (Pang, 2016)

Timbangan sabuk (*belt scale*) dipasang di tengah konveyor. Alat ini mudah dipasang dan dirawat, serta memberikan hasil pengukuran yang sangat akurat. Timbangan sabuk ini sangat sensitif dan memberikan hasil yang sangat linear. Biasanya, timbangan sabuk memiliki struktur seperti jembatan pada bagian roller penopang untuk meletakkan sensor beban, alat penghitung, dan sensor kecepatan (Irfan, Cahyanto, & Toto, 2019).

Beberapa penyebab umum masalah ini adalah ketidakakuratan kalibrasi, gangguan fisik pada sensor, dan fluktuasi kondisi operasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis troubleshooting pada *Belt Scale* CV509 di PT. BT Bandar Lampung. Analisis ini diharapkan dapat mengidentifikasi akar permasalahan dari deviasi yang terjadi, serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan akurasi pengukuran dan keandalan alat.

Belt Scale adalah perangkat pengukur berat yang terdiri dari berbagai komponen, baik elektronik maupun mekanik. Komponen elektronik seperti loadcell dan sensor kecepatan berperan dalam mendeteksi beban dan kecepatan material yang bergerak di atas sabuk konveyor (Guedri & Gharbi, 2023). Sementara itu, komponen mekanik seperti sabuk dan roller mendukung pergerakan material. Penggunaan *Belt Scale* sangat penting dalam industri untuk mengatasi tantangan dalam penanganan material berat dan berbahaya, sehingga meningkatkan keselamatan dan produktivitas kerja (Reza et al., 2021).

Belt Scale berbasis daya untuk estimasi aliran massa pada konveyor berfokus pada hubungan antara daya mekanis yang diperlukan untuk mengangkat material dan daya listrik yang dikonsumsi oleh konveyor. (Bhadani et al., 2021)

Teori ini berlandaskan pada hubungan antara daya mekanis yang diperlukan untuk mengangkat material

dan daya listrik yang dikonsumsi oleh konveyor. Daya yang dibutuhkan untuk mengangkat material sebanding dengan beban yang ada di konveyor, kecepatan konveyor, dan efisiensi keseluruhan sistem konveyor (Djuraev et al., 2023).

Menurut (Dai et al., 2023) Daya yang diperlukan untuk mengangkat material dapat dinyatakan dalam bentuk rumus yang menggabungkan beberapa komponen, seperti energi potensial, percepatan material, dan perubahan momentum aliran material. Ini memungkinkan perhitungan aliran massa berdasarkan daya yang ditarik oleh konveyor.

Hasil penelitian (Hu et al., 2024) menyelidiki proses pemeliharaan belt weigher. Pemeliharaan yang rutin dan tepat sangat penting untuk menjaga kinerja alat dan memperpanjang umur pakainya.

Melalui studi lapangan peneliti dapat mengamati secara langsung bagaimana belt weigher digunakan dan dipelihara dalam kondisi nyata. Hal ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang tantangan dan praktik terbaik dalam pemeliharaan alat ini. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan gambaran yang komprehensif tentang peran penting belt weigher dalam industri semen, serta faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam kalibrasi dan pemeliharaannya.

Sedangkan hasil penelitian (Li & Li, 2022) Penelitian ini mengidentifikasi beberapa tren pengembangan untuk meningkatkan akurasi pengukuran, seperti penggunaan peralatan pengukuran yang lebih baik, persyaratan ketat untuk pemeliharaan, dan optimasi algoritma pemrosesan data. Selain itu, ada penekanan pada peningkatan kemampuan anti-gangguan dan adaptabilitas metode pengukuran untuk mengurangi kesalahan pengukuran di lingkungan tambang yang keras

Dan hasil penelitian (Daniyan et al., 2017) conveyor sabuk yang baru dikembangkan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam proses produksi, mengurangi waktu dan tenaga

kerja yang diperlukan untuk transportasi material.

Hasil penelitian (Apriansyah Zulatama & Hendi Purnata, 2023) Penelitian ini mempelajari cara kerja sistem pengukur berat material (*belt scale*) di jalur konveyor CC.10 TAL PT Bukit Asam. Sistem ini menggunakan alat bernama integrator Ramsey Micro Tech 9101 untuk mengolah data dari sensor berat. Belt scale sangat penting dalam pertambangan batubara karena digunakan untuk menimbang batubara yang lewat di atas conveyor dengan akurat dan cepat.

Analisis *Belt Scale*

Analisis *Belt Scale* merupakan metode pengukuran berat material yang diangkat melalui konveyor. Metode ini sangat penting dalam berbagai industri untuk mengontrol proses produksi dan menghitung jumlah material yang dihasilkan (Zhu & Zhang, 2022). Beberapa metode umum yang digunakan dalam analisis *Belt Scale* antara lain: load cell, weigh bridge, gamma ray absorption, ultrasonik, optik, magnetik, dan strain gauge (Moraes et al., 2024). Masing-masing metode memiliki prinsip kerja dan keunggulan yang berbeda. Pemilihan metode yang tepat tergantung pada jenis material, kondisi operasi, dan tingkat akurasi yang dibutuhkan. PT BT memilih metode load cell dan weigh bridge karena dianggap lebih cepat, akurat, dan efisien dalam menghitung jumlah material yang melewati konveyor.

Analisis *troubleshooting Belt Scale*

Agar hasil pengukuran timbangan sabuk lebih akurat, kita perlu menyelidiki beberapa hal. Pertama, kita harus memeriksa seberapa sensitif sensor beban terhadap perubahan berat. Kedua, kita perlu memastikan tidak ada komponen lain, misalnya rubber screen, yang menekan sabuk dan mengganggu pengukuran. Setelah melakukan

pemeriksaan ini, langkah selanjutnya adalah melakukan uji beban dan kalibrasi ulang timbangan sabuk. (Ibarra-Cabrera et al., 2024). Untuk menganalisis efek kalibrasi terhadap data, kita akan menerapkan diagram kendali \bar{X} dan R pada data sebelum dan sesudah kalibrasi :

Langkah Pertama

Menghitung \bar{X} bar dan R

Menghitung nilai \bar{X} bar $\cdot \bar{x} = \frac{\sum Xi}{n}$
 $Span\ new = \frac{ACT}{WF} * span\ old$ maks - \bar{X} i min

Langkah kedua

Menghitung rata – rata \bar{X} bar dan R

$$R = \sum_{i=1}^n$$

Langkah 3

Menghitung nilai UCL dan LCL untuk \bar{X} bar chart dan R chart UCL dan LCL untuk \bar{X} bar chart

$$UCL = \bar{X} + (A2 * R) \quad LCL = \bar{X} - (A2 * R)$$

Nilai A2 untuk jumlah observasi (subgroup size) UCL dan LCL untuk R

$$UCL = D4 * R$$

$$LCL = D4 * R$$

Drop test

Melalui pengumpulan data secara manual dan analisis komparatif, kami akan mengidentifikasi tingkat kesalahan yang terjadi pada *Belt Scale*. Analisis menggunakan diagram tulang ikan akan membantu kami memvisualisasikan penyebab-penyebab kesalahan tersebut. Dengan demikian, kami dapat menentukan frekuensi kalibrasi yang optimal untuk menjaga kinerja *Belt Scale* tetap akurat.

Kalibrasi *Belt Scale*

Agar hasil pengukuran yang kita dapatkan selalu akurat dan dapat

diandalkan, maka perlu dilakukan kalibrasi secara berkala. Kalibrasi adalah proses penyesuaian alat ukur dengan standar yang telah ditetapkan. Dengan melakukan kalibrasi, kita dapat menghindari kesalahan pengukuran yang dapat berakibat fatal, seperti penurunan kualitas produk atau bahkan membahayakan keselamatan (Zhang et al., 2018).

Berikut rumus kalibrasi yang digunakan

Alat SDU (*System display unit*)

SDU berfungsi sebagai pengendali utama semua sistem pada MCU, termasuk *Belt Scale*. Alat ini sangat penting untuk memeriksa dan mengkalibrasi sistem tersebut. Berikut tampilan SDU (wijaya & Biyanto, 2017).



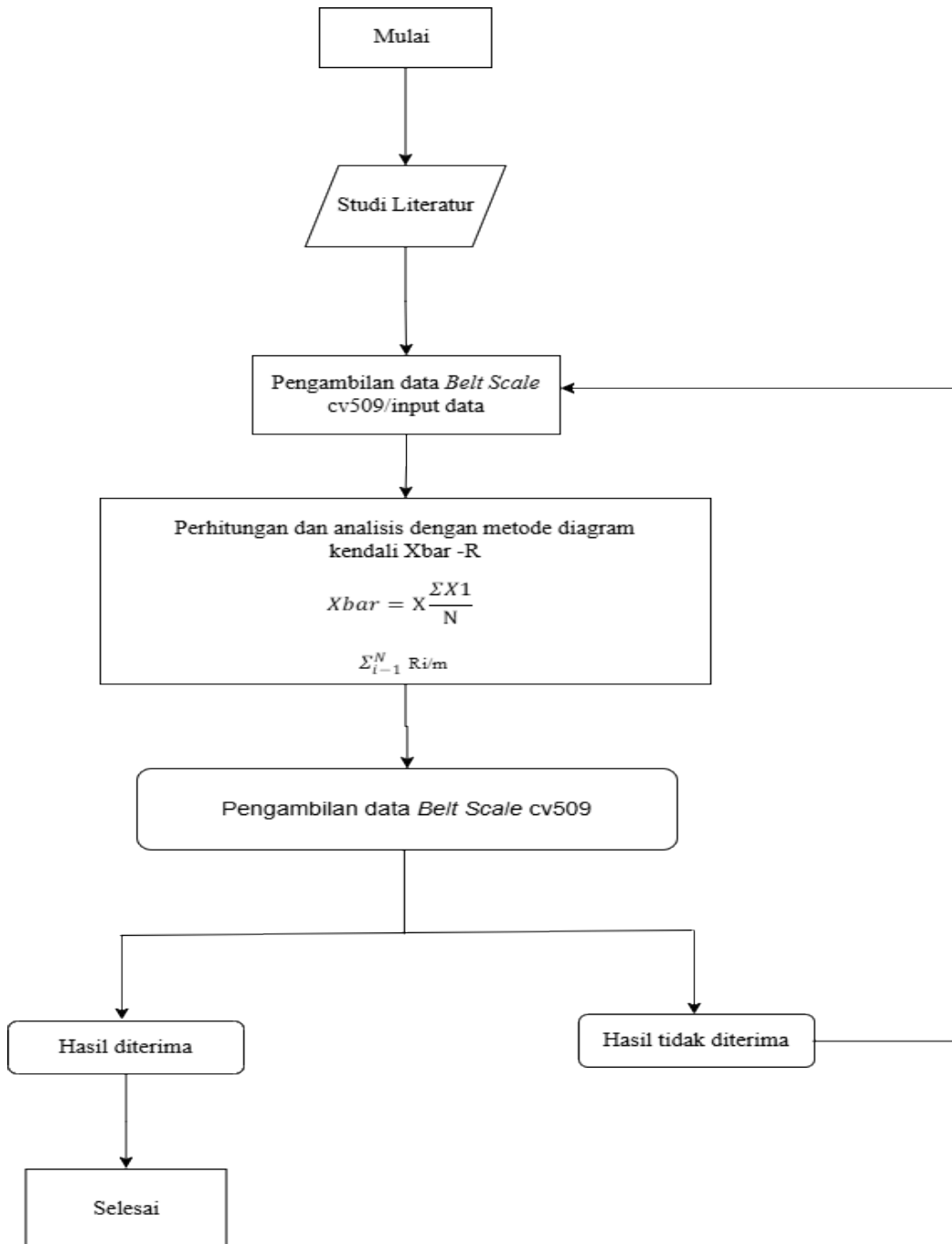
Gambar 1. Alat Kalibrasi
 Sumber: Data Sekunder

Metodologi Penelitian

Metode *Fishbone Analysis*

Diagram tulang ikan, atau diagram Ishikawa, adalah sebuah alat yang membantu kita memahami mengapa suatu masalah terjadi, termasuk masalah pada *Belt Scale*. Diagram ini memungkinkan kita untuk mengidentifikasi berbagai faktor yang mungkin berkontribusi terhadap masalah tersebut, mulai dari faktor manusia, mesin, material, hingga metode kerja (Timmermans et al., 2022)

Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

Sumber: Peneliti, 2024

Hasil dan Pembahasan Analisis *Belt Scale*

Penelitian *Belt Scale* untuk menganalisa gangguan pada *Belt Scale*

dimana, *Belt Scale* berfungsi sebagai alat pengukuran dan pengendali komposisi bahan batubara sesuai dengan nilai acuan yang telah ditetapkan. Analisis data yang komprehensif, meliputi pemeriksaan berkala, diagram kendali, dan metode

statistik lainnya, menjadi kunci dalam evaluasi kinerja *Belt Scale*. Analisis data yang akurat memungkinkan kita menarik kesimpulan yang valid dan mendukung pengambilan keputusan yang tepat dalam penelitian.

Improved X-R Analysis

Analysis of Weight Feeder Improvement

Record Number: 10

Tag Number: CV509

Equipment: *Belt Scale*

Description: Feeder

Accuracy: 0-0.5%

Calibration Date: 11/12/2022

Next Calibration: 11/04/2023

Calibrated by: Iqbal Ramadhan

Tabel 1. Nama-Nama Kapal terdaftar yang untuk perhitungan selisi *Belt Scale* CV509

NONAMA KAPAL	Jumlah Batubara Terisi	
	Pembacaan Ruang Control	Perhitungan / Survey
1 Dona	70,960	71,323
2 MV Paris	77,693	77,878
3 Angelic Grace	71,847	72,377
4 Alpha Afous	69,884	69,837
5 MV Coronis	73,319	71,961
6 Trans Pacific	80,413	73,004
7 Bulk Neptune	46,436	44,766
8 Geopark Venus	19,039	18,450
9 Pedhoulas Farmoi	77,431	77,872
10 Pacific Paradise	41,323	42,048
11 Hong Yuan	73,962	72,948
12 Andros	75,385	74,609
13 Anna Maria	57,122	55,194
14 Nord Fortune	75,708	74,368
15 Genco Pyrenees	58,708	57,803
16 Suoh Pacific	38,475	38,063
17 Stella Dawn	63,766	62,470
18 Golden Sakura	75,714	74,506
19 Harmony	61,885	60,552
20 Maple Island	45,005	43,648
21 Hai Xu	5,481	5,300
22 Pacific Venus	18,233	18,100
23 Mokpo Star	80,225	78,898
24 Shandong Hai Chang	72,994	72,193
25 Queen Asia	28,145	27,431
26 Sea Express	76,550	75,179
27 Lumoso Permai	45,918	45,041
28 Golden Eminence	78,627	75,753
29 Great Wisdom	73,066	72,659
30 Great Ocean	81,338	78,567
31 Franbo Prospect	10,311	10,250
32 Ji May	73,783	73,695
33 Bj Queen	9,856	9,750
34 Nord Destiny	77,935	79,078
35 Nord Destiny	79,501	78,982
36 Prinsesa Maganda	20,109	19,657
37 Nord Pluto	80,355	79,894
38 Ocean Melody	18,577	18,412
39 Key Future	76,791	76,999
40 Sanko Fortune	73,495	73,052
41 Lumoso Raya	50,757	50,310
42 Alexa	45,383	45,000
43 Lumoso Jaya	53,169	52,728
44 Lumoso Permai	45,210	45,156
Jumlah	2,529,884	2,495,761

Berdasarkan analisis data tabel, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata antara jumlah kapal yang tercatat pada sistem ruang kontrol dan hasil perhitungan manual sebesar :

$$\bar{x} = \frac{2,529,884 - 2,495,761}{44} \cdot 100\% = 0,034\%$$

Dik : D4 = 2,574

D3 = 0

A2 = 1,023

Hasil lama = 0,93416

1. X-Chart

$$x = \frac{2442,66}{3} = 797,16$$

2. R-Chart

$$x = \frac{49,34}{3} = 16,44$$

3. UCL = D4R

$$= 2,574 (16,44)$$

$$= 42,31$$

LCL = D3R

$$= 0(16,44)$$

$$= 0$$

4. BKA = X + A2R

$$= 797,16 + 1,023 (16,44)$$

$$= 797 + 16,81$$

$$= 813,81$$

5. BKA = X - A2R

$$= 797,16 - 1,023$$

$$(16,44)$$

$$= 797 - 16,81$$

$$= 780,19$$

2.03% ini mengindikasikan adanya ketidaksesuaian yang signifikan, di mana nilai tersebut berada di luar rentang toleransi yang diizinkan.

Drop test kedua Data hasil dari WF = 838.31 MT

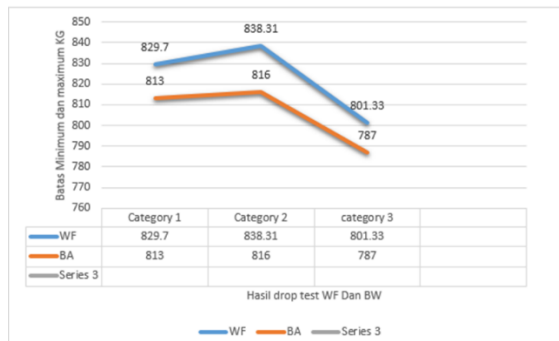
Data hasil dari BW = 816MT

Terdapat deviasi sebesar 22.1 ton metrik antara nilai yang diperoleh dari WF dan BW. Persentase kesalahan yang dihasilkan, yaitu 2.67%, melebihi ambang batas toleransi yang telah ditetapkan

Pada uji coba ketiga, hasil pengukuran dari alat WF menunjukkan 829,7 ton metrik, sedangkan alat BW menunjukkan 813 ton metrik. Perbedaan ini menunjukkan adanya kesalahan sebesar 1,8%. Kesalahan sebesar ini dianggap terlalu besar dan tidak dapat diterima.

Dari grafik hasil analisis, terlihat bahwa hasil pengukuran pada ketiga uji coba tidak stabil. Kesalahan yang terjadi pada masing-masing uji coba berbeda-beda, yakni 2,03%, 2,67%, dan 1,8%. Fluktuasi hasil ini disebabkan oleh keterbatasan modul Hasler yang kesulitan menempatkan beban tepat pada 800 kg akibat sisa putaran motor WF. Oleh karena itu, dalam evaluasi ini, kita hanya dapat membandingkan selisih hasil pengukuran dengan batas toleransi maksimal 0,5%.

SEBELUM



Gambar 4. Grafik Garis Nilai Hasil Drop Test Sebelum Calibrasi *BELT SCALE CV509*

Sumber : Data Sekunder

Hasil drop test *Belt Scale*

Drop test pertama Data hasil dari BS=829.7MT

Data hasil dari BW = 813MT

Selisih antara nilai yang terbaca pada BS (829.7 MT) dan BW (813 MT) adalah 16.7 MT. Persentase kesalahan sebesar

Date 10/04/2019 sesudah Dik : D4 = 2,574

D3 = 0

A2 = 1,023

Hasil lama = 0,93416

1. X-Chart

$$x = \frac{2525,08}{3} = 841,66$$

2. R-Chart

$$x = \frac{3,12}{3} = 1,04$$

3. UCL = D4R

$$= 2,574 (1,04)$$

$$= 2,67$$

LCL = D3R

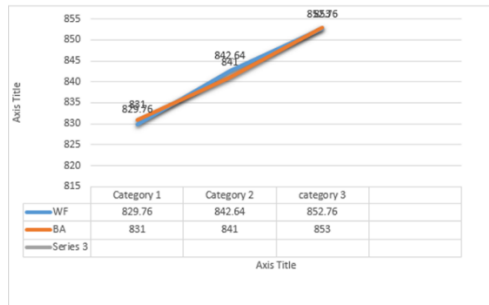
$$= 0(1,04)$$

$$= 0$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ BKA} &= X + A2R \\ &= 841,66 + 1,023(1,04) \\ &= 841 + 1,06 \\ &= 842,72 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \text{ BKA} &= X - A2R \\ &= 841,66 - 1,023(1,04) \\ &= 841,66 - 1,04 \\ &= 840,6 \end{aligned}$$

SESUDAH



Gambar 5. Grafik Garis Nilai Hasil Drop Test Sebelum Calibrasi *BELT SCALE CV509*

Sumber : Data Sekunder

Hasil drop test *Belt Scale CV509*

Berdasarkan hasil uji coba penurunan beban (drop test) yang dilakukan pada tanggal 11 Desember 2023, terlihat jelas adanya perbedaan hasil antara pengukuran alat WF dan BW.

Pada uji coba pertama, selisih antara kedua alat hanya 1,24 ton metrik, dengan persentase kesalahan 0,14%. Pada uji coba kedua, selisihnya 1,64 ton metrik dengan persentase kesalahan 0,19%. Sedangkan pada uji coba ketiga, selisihnya paling kecil yaitu 0,24 ton metrik dengan persentase kesalahan 0,02%.

Jika kita lihat grafik hasil analisis menggunakan metode X-R, semua hasil uji coba menunjukkan bahwa selisih yang terjadi masih berada dalam batas

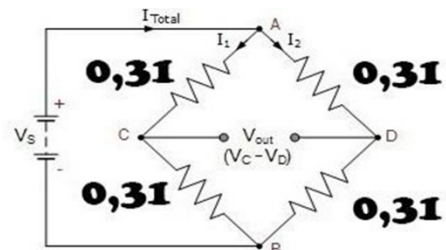
toleransi yang telah ditetapkan. Persentase kesalahan pada ketiga uji coba berturut-turut adalah 0,14%, 0,19%, dan 0,02%. Ini berarti hasil kalibrasi ketiga alat ukur dapat diterima.

Pengolahan Data Banyak Gangguan

Tabel 2. Identifikasi Masalah Sesudah Analisa

NO	ALARM	MASALAH WEIGH FEEDER	PENCEGAHAN
1	Baterai lemah	SCM baterai gagal	Ganti baterai CPU di SCM
2	Aliran massa tinggi	Alaran massa lebih besar dari perhitungan yang di tetapkan	Periksa kondisi aliran massa Periksa pengaturan MF Err+ di Me nu
3	Aliran massa rendah	Alaran massa lebih rendah dari perhitungan yang di tetapkan	Periksa kondisi aliran massa Periksa pengaturan MF Err+ di Me nu
4	Perintah pengendali terlalu tinggi	Perintah pengendali telah melampui batas tinggi yang ditentukan	Periksa kondisi aliran massa Feeder dan sensor berat periksa Peringatan du Err+ di menu SDU
5	LON perintah Gagal	LON perintah gagal	Periksa sambungan LON dan Operasi di LON IO
6	Perintah pengendali terlalu rendah	Perintah pengendali telah melampui batas rendah yang ditentukan	Memeriksa beban material di Feeder dan sensor berat Periksa peringatan di menu SDU
7	Tautan host gagal	Host tautan tidak aktif	Periksa data yang ditukar
8	Sambungan gagal	Awal start gagal	Periksa yang berkaitan dengan
9	Sambungan waktu	Awal waktu start habis	Periksa hubungan kontrolnya

Perhitungan *Sensitivitas load cell*



Gambar 6. Jembatan *Wheatstone*
Sumber : Data Sekunder

Ketika kita memberikan beban pada load cell, nilai tahanan listrik (resistansi) di dalam load cell akan berubah. Tahanan r1 dan r3 akan berkurang, sementara r2 dan r4 akan bertambah. Perubahan tahanan ini akan menyebabkan tegangan output (Vout) dari load cell menjadi tidak nol. Tegangan output positif dipengaruhi oleh perubahan tahanan r1, sedangkan tegangan output negatif dipengaruhi oleh perubahan tahanan r3.

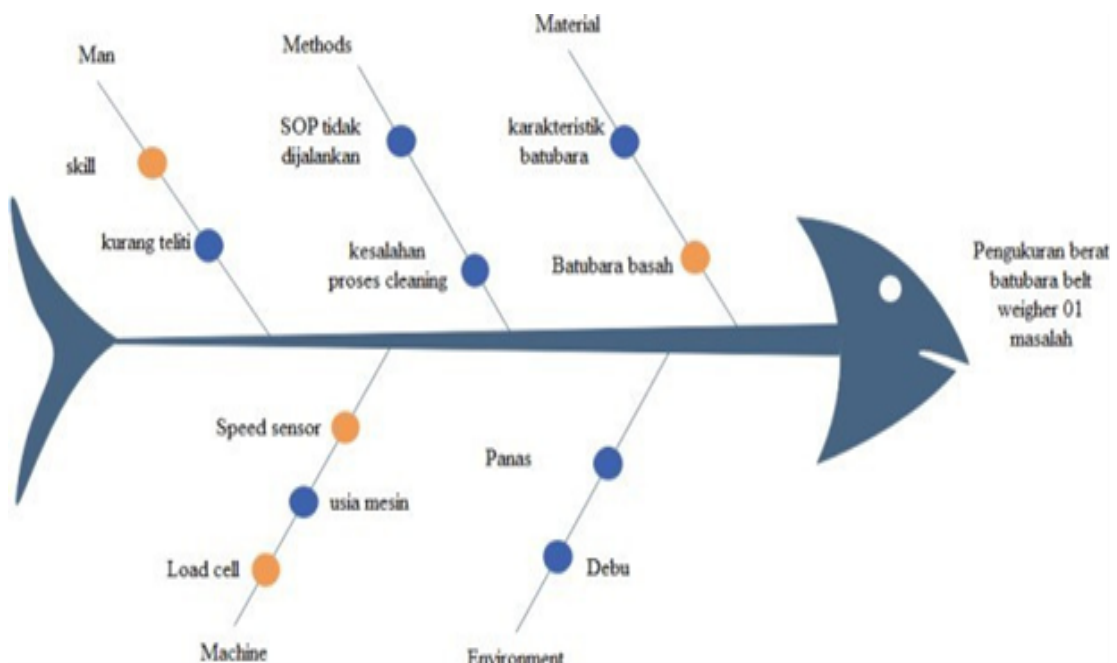
Tabel 3. Spesifikasi Loadcell

Safe temperature range	-30~+70		°C
Temperature effect on zero	0.05	0.0125	%R. O./1 0°C
Temperature effect on span	0.05	0.0080(typ)	%R. O./1 0°C
Input resistance	350~480		Ω
Output resistance	356±0.2	356±0.12	Ω
Maximum excitati on voltage	12		V
Insulation resista nce	5000以上		MΩ
Degrees of protec tion	IP68		
Safe temperature range	-30~+70		°C
Temperature effe ct on zero	0.05	0.0125	%R. O./1 0°C
Temperature effe ct on span	0.05	0.0080(typ)	%R. O./1 0°C
Input resistance	350~480		Ω
Output resistance	356±0.2	356±0.12	Ω
Maximum excitati on voltage	12		V
Insulation resista nce	5000以上		MΩ
Degrees of protec tion	IP68		

Cable	φ5.4 6-conductor color shield cable. Length 3m		
Cable color code	+ EXC : Blue + S : Green - S : Gray - EXC : Black + SIG : White - SIG : Red SHIELD		
Loadcell material	Stainless steel		
Deflection at rate d	5KG : 0.24 10KG : 0.3 20KG : 0.29 50KG : 0.27 100KG : 0.31 200KG : 0.39 500KG : 0.6 1T : 0.55		mm
Weight	5KG~500KG : 0.5 1T : 2.3		kg

Identifikasi Akar Potensi Masalah dengan menggunakan Diagram Fishbone

Guna menganalisis ketidaksesuaian hasil perbandingan setelah penerapan kaizen pada alat *Belt Scale*, peneliti menggunakan diagram Ishikawa. Diagram ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari permasalahan yang terjadi.:



Gambar 7. Diagram Fishbone Tulang Ikan Belt Scale
Sumber : Data Primer

Berdasarkan analisis gambar, dapat disimpulkan bahwa permasalahan pada pengukuran berat batubara menggunakan *Belt Scale* diakibatkan oleh kombinasi beberapa faktor, meliputi faktor manusia (*Man*), metode (*Method*), mesin (*Machine*), material (*Material*), dan lingkungan (*Environmental*).

Tabel 4. 5W1H Untuk Akar Penyebab Masalah dan Penyelesaiannya

No	Faktor	Masalah	Pemecahan
1.	Man	Rasa tanggung jawab kurang Kurang teliti	Pengawasan diperketat Arahan dan bimbingan
2.	Methods	Pemasangan salah	Arahan, bimbingan dan pelatihan
3.	Material	Batubara bercampur dengan besi Batubara basah	Magnetic separator berada sebelum belt scale, pengurasan air sebelum unloading
4.	Machines	Load cell rusak Speed sensor macet	Perawatan loadcell secara berkala Pengecekan berkali di setiap shift
5.	Environment	Area kerja berdebu Area kerja panas	Perlu adanya team cleaning pada setiap sistem Manajemen harus mengevaluasi penempatan jendela dan sirkulasi udara

Berdasarkan hasil analisis data kalibrasi, kami telah memperoleh nilai-nilai baru yang akan diinput ke dalam modul Hasler untuk perhitungan selanjutnya. *Belt Scale* yang merupakan timbangan otomatis dengan sistem yang kompleks digunakan untuk mengukur laju aliran batubara. Melalui penelitian ini, kami berupaya untuk meminimalisir kesalahan pengukuran pada *Belt Scale* CV509 hingga mendekati batas toleransi 5%. Setiap penelitian mengenai *Belt Scale* memiliki tujuan dan hasil yang unik, tergantung pada konteks dan kebutuhan masing-masing. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional industri, meningkatkan akurasi pengukuran, serta mengoptimalkan proses produksi.

Kesimpulan:

Sistem penimbangan *Belt Scale* saat ini belum optimal. Analisis data menggunakan diagram kontrol X-R menunjukkan adanya kesalahan pengukuran yang melebihi batas toleransi yang ditetapkan. Hal ini

mengindikasikan perlunya perbaikan proses pengukuran dengan membandingkan data sebelum dan sesudah kalibrasi. Setelah dilakukan perbaikan, analisis ulang menggunakan diagram kontrol X-R akan membantu mengendalikan data agar tetap berada dalam batas toleransi yang diinginkan. Analisis akar penyebab menunjukkan bahwa masalah kualitas terutama disebabkan oleh faktor material dan mesin. Dengan melakukan perawatan rutin selama 1 jam setiap kali, diharapkan masalah serupa dapat dihindari di masa mendatang. Perbaikan data hanya efektif jika variasi data disebabkan oleh faktor khusus yang dapat dikendalikan, sedangkan variasi yang disebabkan oleh faktor umum di luar kendali kita

Daftar Pustaka

- Apriansyah Zulatama, & Hendi Purnata. (2023). Sistem Pengolahan Data Berbasis Integrator Ramsey Micro Tech 9101 Pada Belt Scale Di CC.10 Tambang Air Laya PT Bukit Asam Tbk. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Sains*, 1(1), 34–40. <https://doi.org/10.62278/jits.v1i1.7>
- Bhadani, K., Asbjörnsson, G., Hulthén, E., Hofling, K., & Evertsson, M. (2021). Application of optimization method for calibration and maintenance of power-based belt scale. *Minerals*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/min11040412>
- Dai, L., Zhang, X., Gardoni, P., Lu, H., Liu, X., Królczyk, G., & Li, Z. (2023). A new machine vision detection method for identifying and screening out various large foreign objects on coal belt conveyor lines. *Complex and Intelligent Systems*, 9(5), 5221–5234. <https://doi.org/10.1007/s40747-023-01011-9>
- Daniyan, I. A., Daniyan, L., Ilesanmi, D., Lanre, D. O., Elijah, O., & Bolaji, O. O. (2017). DEVELOPMENT OF A BELT CONVEYOR FOR SMALL SCALE INDUSTRY. *JOURNAL OF ADVANCEMENT IN ENGINEERING*

AND TECHNOLOGY Development of a Belt Conveyor for Small Scale Industry.

<https://www.researchgate.net/publication/326901670>

- Djuraev, A., Jumaev, A. S., Ibragimova, N. I., & Turdaliyeva, M. Y. (2023). Analysis of the dynamics of a belt conveyor with composite guide rollers and elastic elements. *Journal of Physics: Conference Series*, 2573(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2573/1/012026>
- Guedri, N., & Gharbi, R. (2023). Bulk material flow measurement based only on a smart camera fixed above a moving belt conveyor. *Multimedia Tools and Applications*, 82(9), 14077–14090. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-13893-x>
- Hu, H., Wang, L., & Yang, M. (2024). Multi-Scale Analysis of Spatial and Temporal Evolution of Carbon Emissions in Yangtze River Economic Belt and Study of Decoupling Effects. *Sustainability*, 16(10), 4222. <https://doi.org/10.3390/su16104222>
- Ibarra-Cabrera, M. J., Guevara Rios, J., Vargas Ovalle, D., Aquino-Cruz, M., Calderon-Vilca, H. D., & Ochoa, S. F. (2024). An IoT Solution to Detect Overheated Idler Rollers in Belt Conveyors. In *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 15, Issue 6). www.ijacsa.thesai.org
- Irfan, Cahyanto, D., & Toto, S. (2019). STUDI KINERJA BELT SCALE PADA PROSES PEMUATAN BATUBARA. *JURNAL JIEOM*, 2(1).
- LI, W., & Dai, K. (2016). Design of coal mine intelligent monitoring system based on ZigBee wireless sensor network. In *Proceedings of the International Conference on Mechanics, Materials and Structural Engineering, Jeju Island, Korea*.
- Li, Y., & Li, L. (2022). Research on Segmented Belt Acceleration Curve Based on Automated Mechanical Transmission. *Processes*, 10(1), 106. <https://doi.org/10.3390/pr10010106>
- Moraes, T. A., da Silva, M. T., & Euzébio, T. A. M. (2024). Delay Compensation in a Feeder–Conveyor System Using the Smith Predictor: A Case Study in an Iron Ore Processing Plant. *Sensors*, 24(12), 3870. <https://doi.org/10.3390/s24123870>
- Pang, Y. A. (2016). novel embedded conductive detection system for intelligent conveyor belt monitoring. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, Shanghai, China*.
- Reza, A., Finawan, A., & Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol, P. (2021). RANCANG BANGUN PLANT KALIBRASI ELECTRIC CONTROL VALVE DENGAN METODE UJI LINEARITAS ARUS TERHADAP OPENING CONTROL VALVE. *JURNAL TEKTRONIKA*, 5(1).
- Timmermans, L., Huybrechts, I., Decat, P., Foulon, V., Van Hecke, A., Vermandere, M., & Schoenmakers, B. (2022). Recommendations for Researchers on Synchronous, Online, Nominal Group Sessions in Times of COVID-19: Fishbone Analysis. *JMIR Formative Research*, 6(3). <https://doi.org/10.2196/34539>
- wijaya, & Biyanto, M. (2017). *Operation and Maintenance, Flue Gas Desulfurization* (Wijaya & M. budyanto, Eds.; Black and Veatch, Vol. 7). Gava Media.
- Zeng, C., Zheng, J., & Li, J. (2019). Real-Time Conveyor Belt Deviation Detection Algorithm Based on Multi-Scale Feature Fusion Network. *Algorithms*, 12(10), 205. <https://doi.org/10.3390/a12100205>
- Zhang, K., Zhang, H., & Song, Q. (2018). Research on the Influence of Weighing Accuracy Caused by the Position of Tension Wheel on the Electronic Belt-

Conveyor Scale. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 108(2).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/108/2/022059>

Zhu, S., & Zhang, S. (2022). Research on Measuring Method of Conveying Capacity of Mining Belt Conveyor. *Journal of Physics: Conference Series*,

2437(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2437/1/012068>

Zuhri, A. S. (2020). PROBLEMATIKA BONGKAR MUAT BATU BARA DILAKUKAN OLEH LOADING MASTER PADA PT. ARPENI PRATAMA OCEAN LINE . *Jurnal Kemaritiman Dan Transportasi*, 2(2), 48–56.