

LAMPIRAN

Lampiran 1 Jarak Antar Waktu Kerusakan (Jam)

- **Jarak Waktu Antar Kerusakan Komponen Roll**

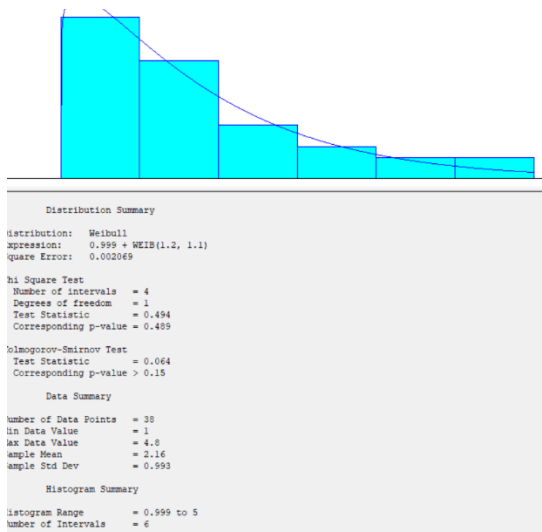
1. Tanggal (08/08/2025) – Tanggal (03/08/2025)
= 5 hari $\times$ 8 jam/hari
= 40 jam
2. Tanggal (14/08/2025) – Tanggal (08/08/2025)
= 6 hari $\times$ 8 jam/hari
= 48 jam
3. Tanggal (20/08/2025) – Tanggal (14/08/2025)
= 6 hari $\times$ 8 jam/hari
= 48 jam
4. Tanggal (27/08/2025) – Tanggal (20/08/2025)
= 7 hari $\times$ 8 jam/hari
= 56 jam
5. Tanggal (02/09/2025) – Tanggal (27/08/2025)
= 6 hari $\times$ 8 jam/hari
= 48 jam
6. Tanggal (04/09/2025) – Tanggal (02/09/2025)
= 2 hari $\times$ 8 jam/hari
= 16 jam
7. Tanggal (06/09/2025) – Tanggal (04/09/2025)
= 2 hari $\times$ 8 jam/hari
= 16 jam
8. Tanggal (08/09/2025) – Tanggal (06/09/2025)
= 2 hari $\times$ 8 jam/hari
= 16 jam
9. Tanggal (10/09/2025) – Tanggal (08/09/2025)
= 2 hari $\times$ 8 jam/hari
= 16 jam
10. Tanggal (12/09/2025) – Tanggal (10/09/2025)
= 2 hari $\times$ 8 jam/hari
= 16 jam
11. Tanggal (14/09/2025) – Tanggal (12/09/2025)
= 2 hari $\times$ 8 jam/hari
= 16 jam
12. Tanggal (16/09/2025) – Tanggal (14/09/2025)
= 2 hari $\times$ 8 jam/hari
= 16 jam

13. Tanggal (18/09/2025) – Tanggal (16/09/2025)
= 2 hari $\times$ 8 jam/hari
= 16 jam
14. Tanggal (20/09/2025) – Tanggal (18/09/2025)
= 2 hari $\times$ 8 jam/hari
= 16 jam
15. Tanggal (24/09/2025) – Tanggal (20/09/2025)
= 4 hari $\times$ 8 jam/hari
= 32 jam
16. Tanggal (28/09/2025) – Tanggal (24/09/2025)
= 4 hari $\times$ 8 jam/hari
= 32 jam
17. Tanggal (03/10/2025) – Tanggal (28/09/2025)
= 5 hari $\times$ 8 jam/hari
= 40 jam
18. Tanggal (08/10/2025) – Tanggal (03/10/2025)
= 5 hari $\times$ 8 jam/hari
= 40 jam
19. Tanggal (13/10/2025) – Tanggal (08/10/2025)
= 5 hari $\times$ 8 jam/hari
= 40 jam
20. Tanggal (18/10/2025) – Tanggal (13/10/2025)
= 5 hari $\times$ 8 jam/hari
= 40 jam
21. Tanggal (23/10/2025) – Tanggal (18/10/2025)
= 5 hari $\times$ 8 jam/hari
= 40 jam
22. Tanggal (27/10/2025) – Tanggal (23/10/2025)
= 4 hari $\times$ 8 jam/hari
= 32 jam
23. Tanggal (30/10/2025) – Tanggal (27/10/2025)
= 3 hari $\times$ 8 jam/hari
= 24 jam
24. Tanggal (04/11/2025) – Tanggal (30/10/2025)
= 5 hari $\times$ 8 jam/hari
= 40 jam
25. Tanggal (09/11/2025) – Tanggal (04/11/2025)
= 5 hari $\times$ 8 jam/hari
= 40 jam
26. Tanggal (14/11/2025) – Tanggal (09/11/2025)
= 5 hari $\times$ 8 jam/hari
= 40 jam

27. Tanggal (19/11/2025) – Tanggal (14/11/2025)
= 5 hari $\times$ 8 jam/hari
= 40 jam
28. Tanggal (24/11/2025) – Tanggal (19/11/2025)
= 5 hari $\times$ 8 jam/hari
= 40 jam
29. Tanggal (28/11/2025) – Tanggal (24/11/2025)
= 4 hari $\times$ 8 jam/hari
= 32 jam
30. Tanggal (03/12/2025) – Tanggal (28/11/2025)
= 5 hari $\times$ 8 jam/hari
= 40 jam
31. Tanggal (10/12/2025) – Tanggal (03/12/2025)
= 7 hari $\times$ 8 jam/hari
= 56 jam
32. Tanggal (17/12/2025) – Tanggal (10/12/2025)
= 7 hari $\times$ 8 jam/hari
= 56 jam
33. Tanggal (26/12/2025) – Tanggal (17/12/2025)
= 9 hari $\times$ 8 jam/hari
= 72 jam
34. Tanggal (05/01/2026) – Tanggal (26/12/2025)
= 10 hari $\times$ 8 jam/hari
= 80 jam
35. Tanggal (12/01/2026) – Tanggal (05/01/2026)
= 7 hari $\times$ 8 jam/hari
= 56 jam
36. Tanggal (20/01/2026) – Tanggal (12/01/2026)
= 8 hari $\times$ 8 jam/hari
= 64 jam
37. Tanggal (28/01/2026) – Tanggal (20/01/2026)
= 8 hari $\times$ 8 jam/hari
= 64 jam

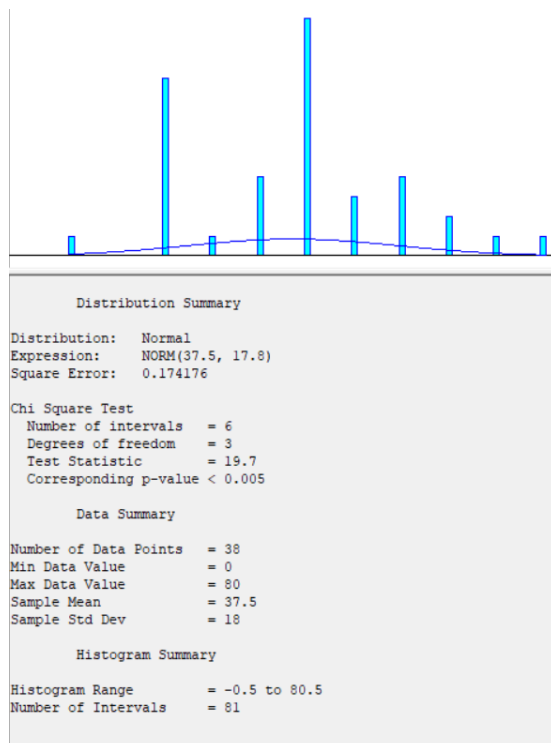
Lampiran 2 Hasil Uji Distribusi Data Waktu Perbaikan

• TTR Komponen Roll Mesin Roughing Mill



Lampiran 3 Hasil Uji Distribusi Jarak Waktu Antar Kerusakan

• TTF Komponen Roll Mesin Roughing Mill



Lampiran 4 Tabel Fungsi Gamma dan Normal

x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$
1.01	0.99433	1.51	0.88659	2.01	100.427	2.51	133.875
1.02	0.98884	1.52	0.88704	2.02	100.862	2.52	134.830
1.03	0.98355	1.53	0.88757	2.03	101.306	2.53	135.798
1.04	0.97844	1.54	0.88818	2.04	101.758	2.54	136.779
1.05	0.97350	1.55	0.88887	2.05	102.218	2.55	137.775
1.06	0.96874	1.56	0.88964	2.06	102.687	2.56	138.784
1.07	0.96415	1.57	0.89049	2.07	103.164	2.57	139.807
1.08	0.95973	1.58	0.89142	2.08	103.650	2.58	140.844
1.09	0.95546	1.59	0.89243	2.09	104.145	2.59	141.896
1.10	0.95135	1.60	0.89352	2.10	104.649	2.60	142.962
1.11	0.94740	1.61	0.89468	2.11	105.161	2.61	144.044
1.12	0.94359	1.62	0.89592	2.12	105.682	2.62	145.140
1.13	0.93993	1.63	0.89724	2.13	106.212	2.63	146.251
1.14	0.93642	1.64	0.89864	2.14	106.751	2.64	147.377
1.15	0.93304	1.65	0.90012	2.15	107.300	2.65	148.519
1.16	0.92980	1.66	0.90167	2.16	107.857	2.66	149.677
1.17	0.92670	1.67	0.90330	2.17	108.424	2.67	150.851
1.18	0.92373	1.68	0.90500	2.18	109.000	2.68	152.040
1.19	0.92089	1.69	0.90678	2.19	109.585	2.69	153.246
1.20	0.91817	1.70	0.90864	2.20	110.180	2.70	154.469
1.21	0.91558	1.71	0.91057	2.21	110.785	2.71	155.708
1.22	0.91311	1.72	0.91258	2.22	111.399	2.72	156.964
1.23	0.91075	1.73	0.91467	2.23	112.023	2.73	158.237
1.24	0.90852	1.74	0.91683	2.24	112.657	2.74	159.528
1.25	0.90640	1.75	0.91906	2.25	113.300	2.75	160.836
1.26	0.90440	1.76	0.92137	2.26	113.954	2.76	162.162
1.27	0.90250	1.77	0.92376	2.27	114.618	2.77	163.506
1.28	0.90072	1.78	0.92623	2.28	115.292	2.78	164.868
1.29	0.89904	1.79	0.92877	2.29	115.976	2.79	166.249
1.30	0.89747	1.80	0.93138	2.30	116.671	2.80	167.649
1.31	0.89600	1.81	0.93408	2.31	117.277	2.81	169.068
1.32	0.89464	1.82	0.93685	2.32	118.093	2.82	170.506
1.33	0.89338	1.83	0.93969	2.33	118.819	2.83	171.963
1.34	0.89222	1.84	0.94261	2.34	119.557	2.84	173.441
1.35	0.89115	1.85	0.94561	2.35	120.305	2.85	174.938

x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$
1.36	0.89018	1.86	0.94869	2.36	121.065	2.86	176.456
1.37	0.88931	1.87	0.95184	2.37	121.836	2.87	177.994
1.38	0.88854	1.88	0.95507	2.38	122.618	2.88	179.553
1.39	0.88785	1.89	0.95838	2.39	123.412	2.89	181.134
1.40	0.88726	1.90	0.96177	2.40	124.217	2.90	182.736
1.41	0.88676	1.91	0.96523	2.41	125.034	2.91	184.359
1.42	0.88636	1.92	0.96877	2.42	125.863	2.92	186.005
1.43	0.88604	1.93	0.97240	2.43	126.703	2.93	187.673
1.44	0.88581	1.94	0.97610	2.44	127.556	2.94	189.363
1.45	0.88566	1.95	0.97988	2.45	128.421	2.95	191.077
1.46	0.88560	1.96	0.98374	2.46	129.298	2.96	192.814
1.47	0.88563	1.97	0.98769	2.47	130.188	2.97	194.574
1.48	0.88575	1.98	0.99171	2.48	131.091	2.98	196.358
1.49	0.88595	1.99	0.99581	2.49	132.006	2.99	198.167
1.50	0.88623	2.00	100.000	2.50	132.934	3.00	200.000

F	F Tabel
-2,05	0,0487
-1,99	0,0546
-1,94	0,0610
-1,88	0,0679
-1,83	0,0753
-1,77	0,0833
-1,71	0,0919
-1,66	0,1010
-1,60	0,1107
-1,54	0,1210
-1,49	0,1317
-1,43	0,1430
-1,38	0,1547
-1,32	0,1669
-1,26	0,1795
-1,21	0,1924
-1,15	0,2055
-1,10	0,2189
-1,04	0,2325

F	F Tabel
-0,98	0,2460
-0,93	0,2596
-0,87	0,2731
-0,81	0,2863
-0,76	0,2992
-0,70	0,3118
-0,65	0,3238
-0,59	0,3352
-0,53	0,3460
-0,48	0,3560
-0,42	0,3651
-0,37	0,3732
-0,31	0,3803
-0,25	0,3864
-0,20	0,3913
-0,14	0,3950

Lampiran 5 Perhitungan Uji Kecukupan Data Produk Plain Bars

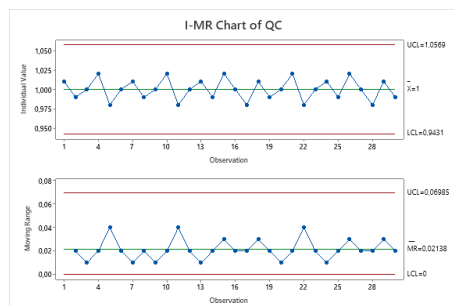
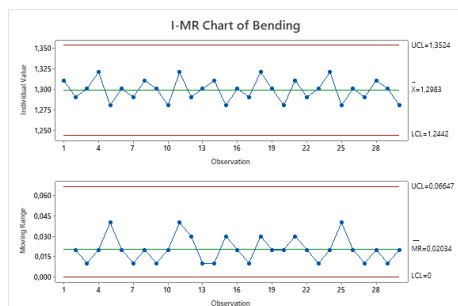
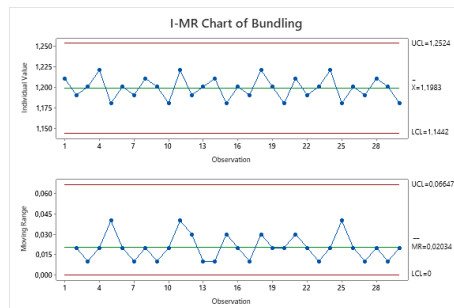
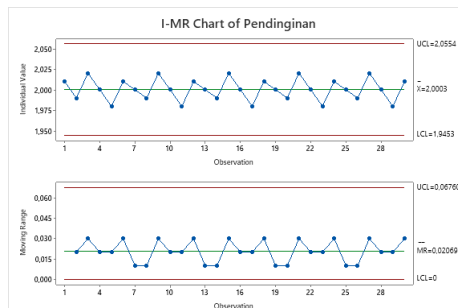
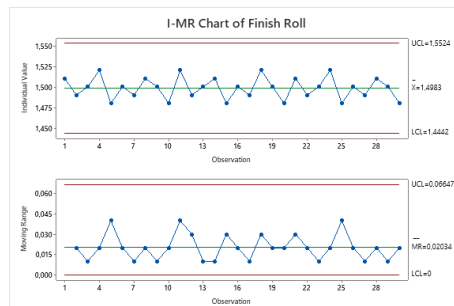
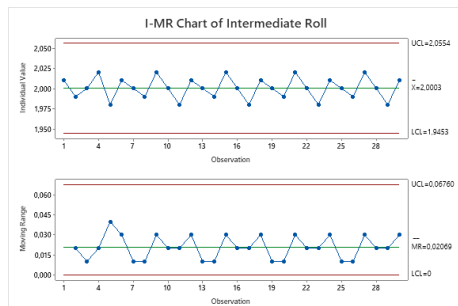
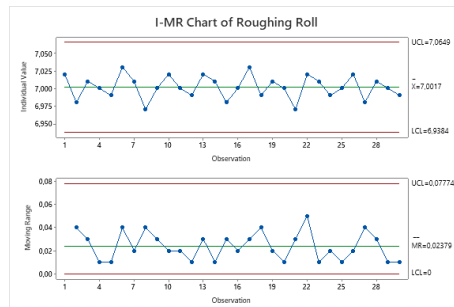
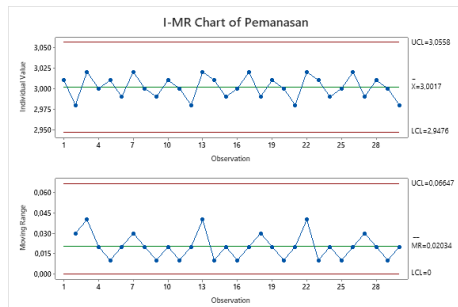
• Stasiun kerja Pemanasan Diketahui: $\sum x = 90,05$ $\sum x^2 = 270,3$ $(\sum x)^2 = 8109$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian (s) = 5% Jumlah data (N) = 30 Maka $N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (270,3) - 8109}}{90,05} \right]^2$ $N' = 0,031$	• Stasiun kerja Roughing Roll Diketahui: $\sum x = 210,05$ $\sum x^2 = 1470,7$ $(\sum x)^2 = 44121$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian (s) = 5% Jumlah data (N) = 30 Maka $N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (1470,7) - 44121}}{210,05} \right]^2$ $N' = 0,009$
• Stasiun kerja Intermediate Roll Diketahui: $\sum x = 60,01$ $\sum x^2 = 120,0$ $(\sum x)^2 = 3601$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian (s) = 5% Jumlah data (N) = 30 Maka $N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (120,0) - 3601}}{60,01} \right]^2$ $N' = 0,068$	• Stasiun kerja Finishing Roll Diketahui: $\sum x = 44,95$ $\sum x^2 = 67,4$ $(\sum x)^2 = 2021$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian (s) = 5% Jumlah data (N) = 30 Maka $N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (44,95) - 2021}}{67,4} \right]^2$ $N' = 0,119$
• Stasiun kerja Pendinginan Diketahui: $\sum x = 60,01$ $\sum x^2 = 120,0$ $(\sum x)^2 = 3601$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian (s) = 5% Jumlah data (N) = 30 Maka $N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (120,0) - 3601}}{60,01} \right]^2$ $N' = 0,068$	• Stasiun kerja Bundling Diketahui: $\sum x = 35,95$ $\sum x^2 = 43,1$ $(\sum x)^2 = 1292$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian (s) = 5% Jumlah data (N) = 30 Maka $N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (43,1) - 1292}}{35,95} \right]^2$ $N' = 0,186$
• Stasiun kerja Bending Diketahui:	• Stasiun kerja QC Diketahui:

$\sum x = 38,95$ $\sum x^2 = 50,6$ $(\sum x)^2 = 1517$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian $(s) = 5\%$ Jumlah data $(N) = 30$ Maka $N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (50,6) - 1517}}{38,95} \right]^2$ $N' = 0,159$	$\sum x = 30$ $\sum x^2 = 30,0$ $(\sum x)^2 = 900$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian $(s) = 5\%$ Jumlah data $(N) = 30$ Maka $N' = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (30,0) - 900}}{30} \right]^2$ $N' = 0,277$
---	---

Lampiran 6 Perhitungan Uji Keseragaman Data Produk Plain Bars

Stasiun kerja Pemanasan Diketahui: $\sum xi^- = 90,05$ $\sigma = 0,013$ Maka, $BKA = 90,05 + 2 \cdot 0,013 = 3,028$ $BKB = 90,05 - 2 \cdot 0,013 = 2,97$	Stasiun kerja Roughing Roll Diketahui: $\sum xi^- = 210,05$ $\sigma = 0,016$ Maka, $BKA = 210,05 + 2 \cdot 0,016 = 7,002$ $BKB = 210,05 - 2 \cdot 0,016 = 7,00$
Stasiun kerja Intermediate Roll Diketahui: $\sum xi^- = 60,01$ $\sigma = 0,013$ Maka, $BKA = 60,01 + 2 \cdot 0,013 = 2,000$ $BKB = 60,01 - 2 \cdot 0,013 = 2,00$	Stasiun kerja Finishing Roll Diketahui: $\sum xi^- = 44,95$ $\sigma = 0,013$ Maka, $BKA = 44,95 + 2 \cdot 0,013 = 1,498$ $BKB = 44,95 - 2 \cdot 0,013 = 1,50$
Stasiun kerja Pendinginan Diketahui: $\sum xi^- = 60,01$ $\sigma = 0,013$ Maka, $BKA = 60,01 + 2 \cdot 0,013 = 2,000$ $BKB = 60,01 - 2 \cdot 0,013 = 2,00$	Stasiun kerja Bundling Diketahui: $\sum xi^- = 35,95$ $\sigma = 0,013$ Maka, $BKA = 35,95 + 2 \cdot 0,013 = 1,198$ $BKB = 35,95 - 2 \cdot 0,013 = 1,20$
Stasiun kerja Bending Diketahui: $\sum xi^- = 38,95$ $\sigma = 0,013$ Maka, $BKA = 38,95 + 2 \cdot 0,013 = 1,298$ $BKB = 38,95 - 2 \cdot 0,013 = 1,30$	Stasiun kerja QC Diketahui: $\sum xi^- = 30$ $\sigma = 0,013$ Maka, $BKA = 30 + 2 \cdot 0,013 = 1,000$ $BKB = 30 - 2 \cdot 0,013 = 1,00$

Lampiran 7 Grafik Hasil Uji Keseragaman Data Produk Plain Bars



Lampiran 8 Perhitungan Waktu Siklus Rata Rata Plain Bars

• Stasiun kerja Pemanasan Diketahui: $\Sigma x_i = 90,05$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{90,05}{30}$ Waktu siklus = 3,0	• Stasiun kerja Roughing Roll Diketahui: $\Sigma x_i = 210,05$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{210,05}{30}$ Waktu siklus = 7,0
• Stasiun kerja Intermediate Roll Diketahui: $\Sigma x_i = 60,01$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{60,01}{30}$ Waktu siklus = 2,0	• Stasiun kerja Finishing Roll Diketahui: $\Sigma x_i = 44,95$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{44,95}{30}$ Waktu siklus = 1,5
• Stasiun kerja Pendinginan Diketahui: $\Sigma x_i = 60,01$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{60,01}{30}$ Waktu siklus = 2,0	• Stasiun kerja Bundling Diketahui: $\Sigma x_i = 35,95$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{35,95}{30}$ Waktu siklus = 1,2
• Stasiun kerja Bending Diketahui: $\Sigma x_i = 38,95$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{38,95}{30}$ Waktu siklus = 1,3	• Stasiun kerja QC Diketahui: $\Sigma x_i = 30$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{30}{30}$ Waktu siklus = 1,0

Lampiran 9 Perhitungan Waktu Normal Plain Bars

• Stasiun kerja Pemanasan Diketahui: Waktu siklus = 3,0 Skill = 0 Effort = 0 Condition = 0 Consistency = 0 <i>Performance Rating</i> = 1 + Total Nilai = 1 + (0+0+0+0) = 1 Maka, Waktu Normal = 3 x 1 = 3	• Stasiun kerja Roughing Roll Diketahui: Waktu Siklus = 7 Skill = 0,03 Effort = 0,02 Condition = 0 Consistency = 0 <i>Performance Rating</i> = 1 + Total Nilai = 1 + (0,03+0,02+0+0) = 1,05 Maka, Waktu Normal = 7 x 1,05 = 7,35
• Stasiun kerja Intermediate Roll Diketahui: Waktu siklus = 2,0 Skill = 0,03 Effort = 0 Condition = 0 Consistency = 0 <i>Performance Rating</i> = 1 + Total Nilai = 1 + (0,03+0+0+0) = 1,03 Maka, Waktu Normal = 2 x 1,03 = 2,06	• Stasiun kerja Finishing Roll Diketahui: Waktu siklus = 1,5 Skill = 0,06 Effort = 0,02 Condition = 0 Consistency = 0 <i>Performance Rating</i> = 1 + Total Nilai = 1 + (0,06+0,02+0+0) = 1,08 Maka, Waktu Normal = 1,5 x 1,08 = 1,62
• Stasiun kerja Pendinginan Diketahui: Waktu siklus = 2,0 Skill = 0 Effort = 0 Condition = 0 Consistency = 0 <i>Performance Rating</i> = 1 + Total Nilai = 1 + (0+0+0+0) = 1 Maka, Waktu Normal = 2x 1	• Stasiun kerja Bundling Diketahui: Waktu siklus = 1,2 Skill = 0,08 Effort = 0,08 Condition = 0 Consistency = 0 <i>Performance Rating</i> = 1 + Total Nilai = 1+(0,06+0,08+0+0) = 1,16 Maka, Waktu Normal = 1,2 x 1,16

= 2	= 1,39
• Stasiun kerja Bending Diketahui: Waktu siklus = 1,3 Skill = 0,06 Effort = 0,08 Condition = 0 Consistency = 0 $Performance\ Rating = 1 + Total\ Nilai$ $= 1 + (0,06 + 0,08 + 0 + 0)$ $= 1,16$ Maka, Waktu Normal = $1,3 \times 1,16$ $= 1,48$	• Stasiun kerja QC Diketahui: Waktu siklus = 1,0 Skill = 0,06 Effort = 0,02 Condition = 0 Consistency = 0,01 $Performance\ Rating = 1 + Total\ Nilai$ $= 1 + (0,06 + 0,02 + 0 + 0,01)$ $= 1,09$ Maka, Waktu Normal = $1 \times 1,09$ $= 1,09$

Lampiran 10 Perhitungan Waktu Baku Plain Bars

• Stasiun kerja Pemanasan Diketahui: Waktu Normal = 3 % allowance = 21,5 Maka, Waktu baku = $Waktu\ normal \times \left[\frac{100}{(100 - \%allowance)} \right]$ $Waktu\ baku = 3 \times \left[\frac{100}{(100 - 21,5)} \right]$ Waktu baku = 3,82	• Stasiun kerja Roughing Roll Diketahui: Waktu Normal = 7,35 % allowance = 15,5 Maka, Waktu baku = $Waktu\ normal \times \left[\frac{100}{(100 - \%allowance)} \right]$ $Waktu\ baku = 7,35 \times \left[\frac{100}{(100 - 15,5)} \right]$ Waktu baku = 8,70
• Stasiun kerja Intermediate Roll Diketahui: Waktu Normal = 2,06 % allowance = 13,5 Maka, Waktu baku = $Waktu\ normal \times \left[\frac{100}{(100 - \%allowance)} \right]$ $Waktu\ baku = 2,06 \times \left[\frac{100}{(100 - 13,5)} \right]$	• Stasiun kerja Finishing Roll Diketahui: Waktu Normal = 1,62 % allowance = 18,5 Maka, Waktu baku = $Waktu\ normal \times \left[\frac{100}{(100 - \%allowance)} \right]$ $Waktu\ baku = 1,62 \times \left[\frac{100}{(100 - 18,5)} \right]$

Waktu baku = 2,38	Waktu baku = 1,99
• Stasiun kerja Pendinginan Diketahui: Waktu Normal = 2 % allowance = 7,5 Maka, Waktu baku = $Waktu\ normal\ x\ \left[\frac{100}{(100-\%allowance)}\right]$ $Waktu\ baku = 2\ x\ \left[\frac{100}{(100-7,5)}\right]$ Waktu baku = 2,16	• Stasiun kerja Bundling Diketahui: Waktu Normal = 1,39 % allowance = 20,5 Maka, Waktu baku = $Waktu\ normal\ x\ \left[\frac{100}{(100-\%allowance)}\right]$ $Waktu\ baku = 1,39\ x\ \left[\frac{100}{(100-20,5)}\right]$ Waktu baku = 1,75
• Stasiun kerja Bending Diketahui: Waktu Normal = 1,48 % allowance = 17,5 Maka, Waktu baku = $Waktu\ normal\ x\ \left[\frac{100}{(100-\%allowance)}\right]$ $Waktu\ baku = 1,48\ x\ \left[\frac{100}{(100-17,5)}\right]$ Waktu baku = 1,79	• Stasiun kerja QC Diketahui: Waktu Normal = 1,09 % allowance = 11 Maka, Waktu baku = $Waktu\ normal\ x\ \left[\frac{100}{(100-\%allowance)}\right]$ $Waktu\ baku = 1,09\ x\ \left[\frac{100}{(100-11,5)}\right]$ Waktu baku = 1,22

Lampiran 11 Perhitungan Uji Kecukupan Data Produk Deformed Bars

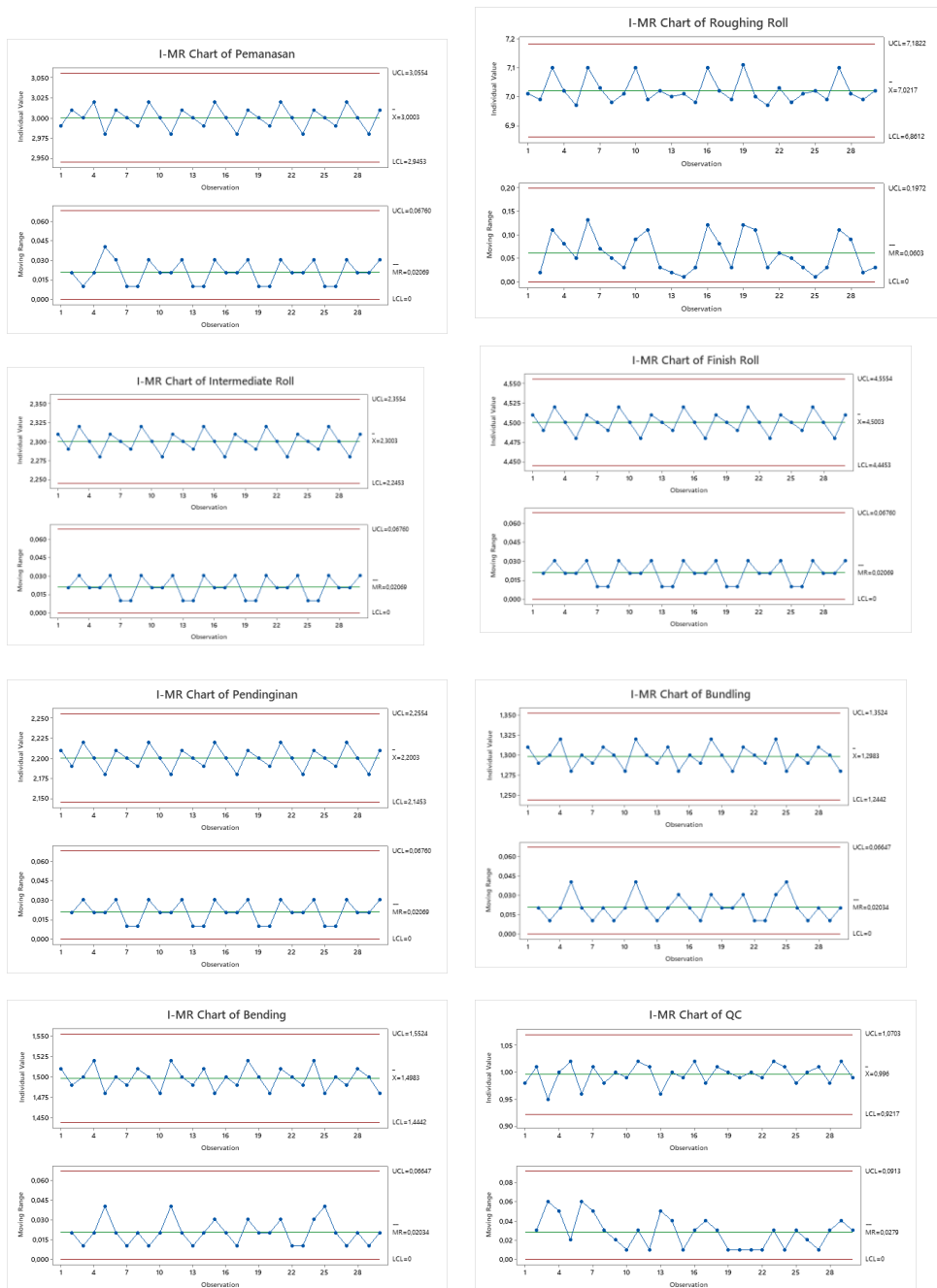
• Stasiun kerja Pemanasan Diketahui: $\sum x = 90,01$ $\sum x^2 = 270,1$ $(\sum x)^2 = 8102$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian $(s) = 5\%$ Jumlah data $(N) = 30$ Maka $N' = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (270,1) - 8102} \right]^2$ $N' = 0,030$	• Stasiun kerja Roughing Roll Diketahui: $\sum x = 210,65$ $\sum x^2 = 1479,2$ $(\sum x)^2 = 44373$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian $(s) = 5\%$ Jumlah data $(N) = 30$ Maka $N' = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (1478,2) - 44373} \right]^2$ $N' = 0,145$
• Stasiun kerja Intermediate Roll Diketahui: $\sum x = 69,01$ $\sum x^2 = 158,8$ $(\sum x)^2 = 4762$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian $(s) = 5\%$ Jumlah data $(N) = 30$ Maka $N' = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (158,8) - 4762} \right]^2$ $N' = 0,051$	• Stasiun kerja Finishing Roll Diketahui: $\sum x = 135,01$ $\sum x^2 = 607,6$ $(\sum x)^2 = 18228$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian $(s) = 5\%$ Jumlah data $(N) = 30$ Maka $N' = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (607,6) - 18228} \right]^2$ $N' = 0,013$
• Stasiun kerja Pendinginan Diketahui: $\sum x = 66,01$ $\sum x^2 = 145,2$ $(\sum x)^2 = 4357$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian $(s) = 5\%$ Jumlah data $(N) = 30$ Maka $N' = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (145,2) - 4357} \right]^2$ $N' = 0,056$	• Stasiun kerja Bundling Diketahui: $\sum x = 38,95$ $\sum x^2 = 50,6$ $(\sum x)^2 = 1517$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian $(s) = 5\%$ Jumlah data $(N) = 30$ Maka $N' = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (50,6) - 1517} \right]^2$ $N' = 0,159$
• Stasiun kerja Bending Diketahui:	• Stasiun kerja QC Diketahui:

$\sum x = 44,95$ $\sum x^2 = 67,4$ $(\sum x)^2 = 2021$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian $(s) = 5\%$ Jumlah data $(N) = 30$ Maka $N' = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (67,4) - 2021} \right]^2$ $N' = 0,119$	$\sum x = 29,88$ $\sum x^2 = 29,8$ $(\sum x)^2 = 893$ Tingkat keyakinan $k = 95\% = 2$ Tingkat ketelitian $(s) = 5\%$ Jumlah data $(N) = 30$ Maka $N' = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \cdot (29,8) - 893} \right]^2$ $N' = 0,684$
---	---

Lampiran 12 Perhitungan Uji Keseragaman Data Produk Deformed Bars

Stasiun kerja Pemanasan Diketahui: $\sum xi^- = 90,01$ $\sigma = 0,013$ Maka, $BKA = 90,01 + 2 \cdot 0,013 = 3,027$ $BKB = 90,01 - 2 \cdot 0,013 = 2,97$	Stasiun kerja Roughing Roll Diketahui: $\sum xi^- = 210,65$ $\sigma = 0,067$ Maka, $BKA = 210,65 + 2 \cdot 0,067 = 7,025$ $BKB = 210,65 - 2 \cdot 0,067 = 7,02$
Stasiun kerja Intermediate Roll Diketahui: $\sum xi^- = 69,01$ $\sigma = 0,013$ Maka, $BKA = 69,01 + 2 \cdot 0,013 = 2,300$ $BKB = 69,01 - 2 \cdot 0,013 = 2,30$	Stasiun kerja Finishing Roll Diketahui: $\sum xi^- = 135,01$ $\sigma = 0,013$ Maka, $BKA = 135,01 + 2 \cdot 0,013 = 4,500$ $BKB = 135,01 - 2 \cdot 0,013 = 4,50$
Stasiun kerja Pendinginan Diketahui: $\sum xi^- = 66,01$ $\sigma = 0,013$ Maka, $BKA = 66,01 + 2 \cdot 0,013 = 2,200$ $BKB = 66,01 - 2 \cdot 0,013 = 2,20$	Stasiun kerja Bundling Diketahui: $\sum xi^- = 38,95$ $\sigma = 0,013$ Maka, $BKA = 38,95 + 2 \cdot 0,013 = 1,298$ $BKB = 38,95 - 2 \cdot 0,013 = 1,30$
Stasiun kerja Bending Diketahui: $\sum xi^- = 44,95$ $\sigma = 0,013$ Maka, $BKA = 44,95 + 2 \cdot 0,013 = 1,498$ $BKB = 44,95 - 2 \cdot 0,013 = 1,50$	Stasiun kerja QC Diketahui: $\sum xi^- = 29,88$ $\sigma = 0,021$ Maka, $BKA = 29,88 + 2 \cdot 0,013 = 0,996$ $BKB = 29,88 - 2 \cdot 0,013 = 1,00$

Lampiran 13 Grafik Hasil Uji Keseragaman Data Produk Deformed Bars



Lampiran 14 Perhitungan Waktu Siklus Rata Rata Deformed Bars

• Stasiun kerja Pemanasan Diketahui: $\Sigma x_i = 90,01$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{90,01}{30}$ Waktu siklus = 3,0	• Stasiun kerja Roughing Roll Diketahui: $\Sigma x_i = 210,65$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{210,65}{30}$ Waktu siklus = 7,0
• Stasiun kerja Intermediate Roll Diketahui: $\Sigma x_i = 69,01$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{69,01}{30}$ Waktu siklus = 2,3	• Stasiun kerja Finishing Roll Diketahui: $\Sigma x_i = 135,01$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{135,01}{30}$ Waktu siklus = 4,5
• Stasiun kerja Pendinginan Diketahui: $\Sigma x_i = 66,01$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{66,01}{30}$ Waktu siklus = 2,2	• Stasiun kerja Bundling Diketahui: $\Sigma x_i = 38,95$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{38,95}{30}$ Waktu siklus = 1,3
• Stasiun kerja Bending Diketahui: $\Sigma x_i = 44,95$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{44,95}{30}$ Waktu siklus = 1,5	• Stasiun kerja QC Diketahui: $\Sigma x_i = 29,88$ $N = 30$ Maka, Waktu siklus = $\frac{29,88}{30}$ Waktu siklus = 1,0

Lampiran 15 Perhitungan Waktu Normal Deformed Bars

• Stasiun kerja Pemanasan Diketahui: Waktu siklus = 3,0 Skill = 0 Effort = 0 Condition = 0 Consistency = 0 <i>Performance Rating</i> = 1 + Total Nilai = 1 + (0+0+0+0) = 1 Maka, Waktu Normal = 3 x 1 = 3	• Stasiun kerja Roughing Roll Diketahui: Waktu Siklus = 7 Skill = 0,03 Effort = 0,03 Condition = 0 Consistency = 0 <i>Performance Rating</i> = 1 + Total Nilai = 1 + (0,03+0,03+0+0) = 1,06 Maka, Waktu Normal = 7 x 1,06 = 7,44
• Stasiun kerja Intermediate Roll Diketahui: Waktu siklus = 2,3 Skill = 0,03 Effort = 0,02 Condition = 0 Consistency = 0 <i>Performance Rating</i> = 1 + Total Nilai = 1 + (0,03+0,02+0+0) = 1,05 Maka, Waktu Normal = 2,3 x 1,05 = 2,42	• Stasiun kerja Finishing Roll Diketahui: Waktu siklus = 4,5 Skill = 0,06 Effort = 0,03 Condition = 0 Consistency = 0 <i>Performance Rating</i> = 1 + Total Nilai = 1 + (0,06+0,03+0+0) = 1,09 Maka, Waktu Normal = 4,5 x 1,09 = 4,91
• Stasiun kerja Pendinginan Diketahui: Waktu siklus = 2,2 Skill = 0 Effort = 0 Condition = 0 Consistency = 0 <i>Performance Rating</i> = 1 + Total Nilai	• Stasiun kerja Bundling Diketahui: Waktu siklus = 1,3 Skill = 0,08 Effort = 0,1 Condition = 0 Consistency = 0 <i>Performance Rating</i> = 1 + Total Nilai

$= 1 + (0+0+0+0)$ $= 1$ Maka, Waktu Normal = $2,2 \times 1$ $= 2,20$	$= 1 + (0,08+0,1+0+0)$ $= 1,18$ Maka, Waktu Normal = $1,3 \times 1,18$ $= 1,53$
• Stasiun kerja Bending Diketahui: Waktu siklus = 1,5 Skill = 0,06 Effort = 0,09 Condition = 0 Consistency = 0 <i>Performance Rating</i> = 1 + Total Nilai $= 1 + (0,06+0,09+0+0)$ $= 1,15$ Maka, Waktu Normal = $1,5 \times 1,15$ $= 1,72$	• Stasiun kerja QC Diketahui: Waktu siklus = 1,0 Skill = 0,06 Effort = 0,03 Condition = 0 Consistency = 0,01 <i>Performance Rating</i> = 1 + Total Nilai $= 1 + (0,06+0,03+0+0,01)$ $= 1,1$ Maka, Waktu Normal = $1 \times 1,1$ $= 1,10$

Lampiran 16 Perhitungan Waktu Baku Deformed Bars

• Stasiun kerja Pemanasan Diketahui: Waktu Normal = 3 % allowance = 21,5 Maka, Waktu baku = $Waktu\ normal \times \left[\frac{100}{(100 - \%allowance)} \right]$ $Waktu\ baku = 3 \times \left[\frac{100}{(100 - 21,5)} \right]$ Waktu baku = 3,82	• Stasiun kerja Roughing Roll Diketahui: Waktu Normal = 7,44 % allowance = 15,5 Maka, Waktu baku = $Waktu\ normal \times \left[\frac{100}{(100 - \%allowance)} \right]$ $Waktu\ baku = 7,44 \times \left[\frac{100}{(100 - 15,5)} \right]$ Waktu baku = 8,81
• Stasiun kerja Intermediate Roll Diketahui: Waktu Normal = 2,42 % allowance = 13,5 Maka,	• Stasiun kerja Finishing Roll Diketahui: Waktu Normal = 4,91 % allowance = 18,5 Maka,

Waktu baku = $Waktu\ normal \times \left[\frac{100}{(100 - \%allowance)} \right]$ Waktu baku = $2,42 \times \left[\frac{100}{(100 - 13,5)} \right]$ Waktu baku = 2,79	Waktu baku = $Waktu\ normal \times \left[\frac{100}{(100 - \%allowance)} \right]$ Waktu baku = $4,91 \times \left[\frac{100}{(100 - 18,5)} \right]$ Waktu baku = 6,02
• Stasiun kerja Pendinginan Diketahui: Waktu Normal = 2,20 % allowance = 7,5 Maka, Waktu baku = $Waktu\ normal \times \left[\frac{100}{(100 - \%allowance)} \right]$ Waktu baku = $2,20 \times \left[\frac{100}{(100 - 7,5)} \right]$ Waktu baku = 2,38	• Stasiun kerja Bundling Diketahui: Waktu Normal = 1,53 % allowance = 20,5 Maka, Waktu baku = $Waktu\ normal \times \left[\frac{100}{(100 - \%allowance)} \right]$ Waktu baku = $1,53 \times \left[\frac{100}{(100 - 20,5)} \right]$ Waktu baku = 1,93
• Stasiun kerja Bending Diketahui: Waktu Normal = 1,72 % allowance = 17,5 Maka, Waktu baku = $Waktu\ normal \times \left[\frac{100}{(100 - \%allowance)} \right]$ Waktu baku = $1,72 \times \left[\frac{100}{(100 - 17,5)} \right]$ Waktu baku = 2,09	• Stasiun kerja QC Diketahui: Waktu Normal = 1,10 % allowance = 11 Maka, Waktu baku = $Waktu\ normal \times \left[\frac{100}{(100 - \%allowance)} \right]$ Waktu baku = $1,10 \times \left[\frac{100}{(100 - 15,5)} \right]$ Waktu baku = 1,23

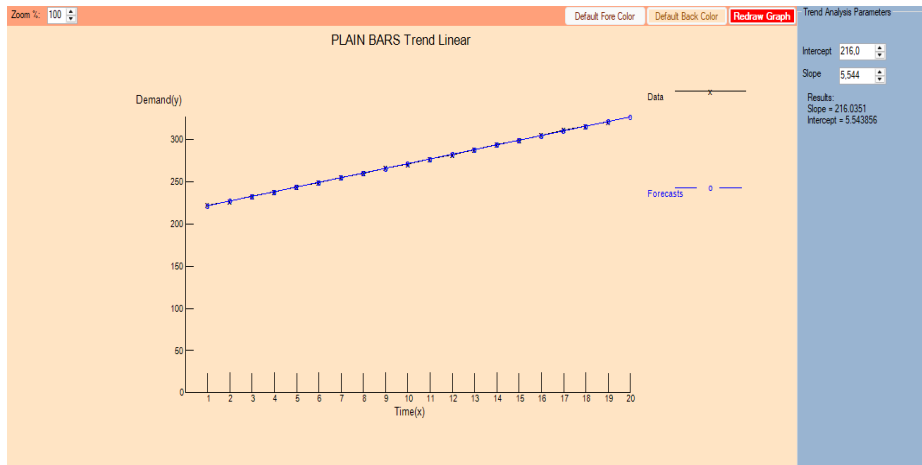
Lampiran 17 Hasil Peramalan Trend Linear Plain Bars

TREN LINEAR MODEL - PLAIN BARS									
Periode	Demand(y)	Time(x)	x ²	x * y	Forecast	Error	Error	(E-Ebar) ²	Pct Error
1	222	1	1	222	222	0,421	0,421	0,177	0,19%
2	227	2	4	454	227	-0,123	0,123	0,015	0,05%
3	233	3	9	699	233	0,333	0,333	0,111	0,14%
4	238	4	16	952	238	-0,211	0,211	0,044	0,09%
5	244	5	25	1220	244	0,246	0,246	0,06	0,10%
6	249	6	36	1494	249	-0,298	0,298	0,089	0,12%
7	255	7	49	1785	255	0,158	0,158	0,025	0,06%
8	260	8	64	2080	260	-0,386	0,386	0,149	0,15%
9	266	9	81	2394	266	0,07	0,07	0,005	0,03%
10	271	10	100	2710	271	-0,474	0,474	0,224	0,18%
11	277	11	121	3047	277	-0,018	0,018	0	0,01%
12	282	12	144	3384	283	-0,561	0,561	0,315	0,20%
13	288	13	169	3744	288	-0,105	0,105	0,011	0,04%
14	294	14	196	4116	294	0,351	0,351	0,123	0,12%
15	299	15	225	4485	299	-0,193	0,193	0,037	0,07%
16	305	16	256	4880	305	0,263	0,263	0,069	0,09%
17	311	17	289	5287	310	0,719	0,719	0,517	0,23%
18	316	18	324	5688	316	0,175	0,175	0,031	0,06%
19	321	19	361	6099	321	-0,368	0,368	0,136	0,12%
TOTALS	5158	190	2470	54740		0	5,474	2,14	2,02%
AVERAGE	271,474	10				0	0,288	0,113	0,11%
Next period forecast					326,912	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
Intercept	216,035					Std err	0,355		
Slope	5,544								

Lampiran 18 Perhitungan Tracking Signal Trend Linear Plain Bars

Periode, (n) (1)	Forecast, F (2)	Aktual, A (3)	Error (A-F) (4) = (3)-(2)	RSFE(5) = Kumulatif dari (4)	Absolut Error(6) =Absolut dari (4)	Kumulatif Absolut Error(7) = Kumulatif dari (6)	MAD(8) =(7)/(1)	Tracking Signal (9) = (5)/(8)
1	221,579	222	0,421	0,421	0,421	0,421	0,421	1,00
2	227,123	227	-0,123	0,298	0,123	0,544	0,272	1,10
3	232,667	233	0,333	0,632	0,333	0,877	0,292	2,16
4	238,211	238	-0,211	0,421	0,211	1,088	0,272	1,55
5	243,754	244	0,246	0,667	0,246	1,333	0,267	2,50
6	249,298	249	-0,298	0,368	0,298	1,632	0,272	1,35
7	254,842	255	0,158	0,526	0,158	1,789	0,256	2,05
8	260,386	260	-0,386	0,14	0,386	2,175	0,272	0,51
9	265,93	266	0,07	0,21	0,07	2,246	0,25	0,84
10	271,474	271	-0,474	-0,263	0,474	2,719	0,272	-0,97
11	277,018	277	-0,018	-0,281	0,018	2,737	0,249	-1,13
12	282,561	282	-0,561	-0,842	0,561	3,298	0,275	-3,06
13	288,105	288	-0,105	-0,948	0,105	3,404	0,262	-3,62
14	293,649	294	0,351	-0,597	0,351	3,754	0,268	-2,23
15	299,193	299	-0,193	-0,79	0,193	3,947	0,263	-3,00
16	304,737	305	0,263	-0,526	0,263	4,211	0,263	-2,00
17	310,281	311	0,719	0,193	0,719	4,93	0,29	0,67
18	315,825	316	0,175	0,368	0,175	5,105	0,284	1,30
19	321,368	321	-0,368	0	0,368	5,474	0,288	0,00

Lampiran 19 Grafik Tren Linear Plain Bars



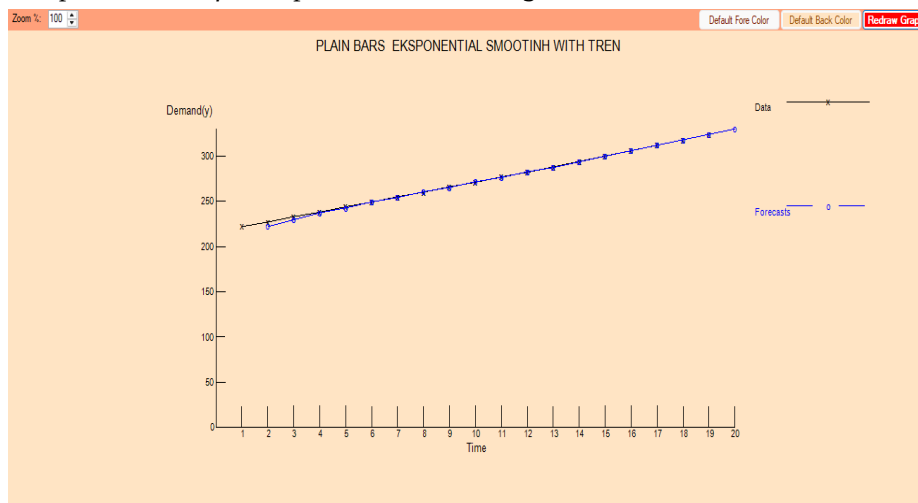
Lampiran 20 Hasil Peramalan Eksponensial Smoothing With Trend Plain Bars

EKSPONENTIAL SMOOTHING WITH TREN - PLAIN BARS								
Periode	Demand(y)	Unadjusted forecast	Trend	Adjusted forecast	Error	Error	(E-Ebar) ²	Pct Error
1	222							
2	227	222	0	222	5	5	25	2,20%
3	233	227	2,5	229,5	3,5	3,5	12,25	1,50%
4	238	233	4,25	237,25	0,75	0,75	0,563	0,32%
5	244	238	4,625	242,625	1,375	1,375	1,891	0,56%
6	249	244	5,313	249,313	-0,313	0,313	0,098	0,13%
7	255	249	5,156	254,156	0,844	0,844	0,712	0,33%
8	260	255	5,578	260,578	-0,578	0,578	0,334	0,22%
9	266	260	5,289	265,289	0,711	0,711	0,505	0,27%
10	271	266	5,645	271,645	-0,645	0,645	0,415	0,24%
11	277	271	5,322	276,322	0,678	0,678	0,459	0,25%
12	282	277	5,661	282,661	-0,661	0,661	0,437	0,23%
13	288	282	5,331	287,331	0,669	0,669	0,448	0,23%
14	294	288	5,665	293,665	0,335	0,335	0,112	0,11%
15	300	294	5,833	299,833	0,167	0,167	0,028	0,06%
16	306	300	5,916	305,916	0,084	0,084	0,007	0,03%
17	312	306	5,958	311,958	0,042	0,042	0,002	0,01%
18	318	312	5,979	317,979	0,021	0,021	0	0,01%
19	324	318	5,99	323,99	0,01	0,01	0	0,00%
TOTALS	5166				11,99	16,382	43,262	6,70%
AVERAGE	271,895				0,666	0,91	2,403	0,37%
Next period forecast				329,995	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
						Std err	1,644	

Lampiran 21 Tracking Signal Eksponential Smoothing With Trend Plain Bars

Periode, (n) (1)	Forecast, F (2)	Aktual,A (3)	Error (A-F) (4) = (3)- (2)	RSFE(5) = Kumulatif dari (4)	Absolut Error(6) =Absolut dari (4)	Kumulatif Absolut Error(7) = Kumulatif dari (6)	MAD(8) =(7)/(1)	Tracking Signal (9) = (5)/(8)
1	222							
2	227	222	5	5	5	5	5	1
3	233	229,5	3,5	8,5	3,5	8,5	4,25	2
4	238	237,25	0,75	9,25	0,75	9,25	3,083	3
5	244	242,625	1,375	10,625	1,375	10,625	2,656	4
6	249	249,313	-0,313	10,313	0,313	10,938	2,188	4,714
7	255	254,156	0,844	11,156	0,844	11,781	1,964	5,682
8	260	260,578	-0,578	10,578	0,578	12,359	1,766	5,991
9	266	265,289	0,711	11,289	0,711	13,07	1,634	6,91
10	271	271,645	-0,645	10,645	0,645	13,715	1,524	6,985
11	277	276,322	0,678	11,322	0,678	14,393	1,439	7,867
12	282	282,661	-0,661	10,661	0,661	15,054	1,369	7,79
13	288	287,331	0,669	11,331	0,669	15,723	1,31	8,648
14	294	293,665	0,335	11,665	0,335	16,058	1,235	9,444
15	300	299,833	0,167	11,833	0,167	16,225	1,159	10,21
16	306	305,916	0,084	11,916	0,084	16,309	1,087	10,96
17	312	311,958	0,042	11,958	0,042	16,351	1,022	11,702
18	318	317,979	0,021	11,979	0,021	16,372	0,963	12,439
19	324	323,99	0,01	11,99	0,01	16,382	0,91	13,174

Lampiran 22 Grafik Eksponential Smoothing With Trend Plain Bars



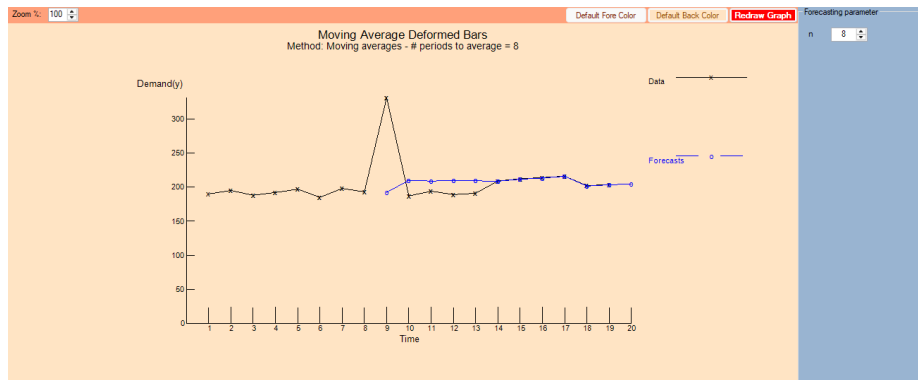
Lampiran 23 Hasil Peramalan Moving Average Deformed Bars

Periode	Demand(y)	Forecast	Error	Error	Error^2	Pct Error
1	190					
2	195					
3	188					
4	192					
5	197					
6	185					
7	198					
8	193					
9	331	192,25	138,75	138,75	19251,56	41,92%
10	187	209,875	-22,875	22,875	523,266	12,23%
11	194	208,875	-14,875	14,875	221,266	7,67%
12	189	209,625	-20,625	20,625	425,391	10,91%
13	191	209,25	-18,25	18,25	333,063	9,56%
14	209	208,5	0,5	0,5	0,25	0,24%
15	212	211,5	0,5	0,5	0,25	0,24%
16	214	213,25	0,75	0,75	0,563	0,35%
17	216	215,875	0,125	0,125	0,016	0,06%
18	202	201,5	0,5	0,5	0,25	0,25%
19	204	203,375	0,625	0,625	0,391	0,31%
TOTALS	3887		65,125	218,375	20756,27	83,72%
AVERAGE	204,579		5,92	19,852	1886,933	7,61%
Next period forecast		204,625	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	48,023	

Lampiran 24 Perhitungan Tracking Signal Moving Average Deformed Bars

Periode, (n) (1)	Forecast, F (2)	Aktual,A (3)	Error (A-F) (4) = (3)- (2)	RSFE(5) = Kumulatif dari (4)	Absolut Error(6) =Absolut dari (4)	Kumulatif Absolut Error(7) = Kumulatif dari (6)	MAD(8) =(7)/(1)	Tracking Signal (9) = (5)/(8)
1	190							
2	195							
3	188							
4	192							
5	197							
6	185							
7	198							
8	193							
9	331	192,25	138,75	138,75	138,75	138,75	138,75	1
10	187	209,875	-22,875	115,875	22,875	161,625	80,813	1,434
11	194	208,875	-14,875	101	14,875	176,5	58,833	1,717
12	189	209,625	-20,625	80,375	20,625	197,125	49,281	1,631
13	191	209,25	-18,25	62,125	18,25	215,375	43,075	1,442
14	209	208,5	0,5	62,625	0,5	215,875	35,979	1,741
15	212	211,5	0,5	63,125	0,5	216,375	30,911	2,042
16	214	213,25	0,75	63,875	0,75	217,125	27,141	2,353
17	216	215,875	0,125	64	0,125	217,25	24,139	2,651
18	202	201,5	0,5	64,5	0,5	217,75	21,775	2,962
19	204	203,375	0,625	65,125	0,625	218,375	19,852	3,28

Lampiran 25 Grafik Moving Average Deformed Bars



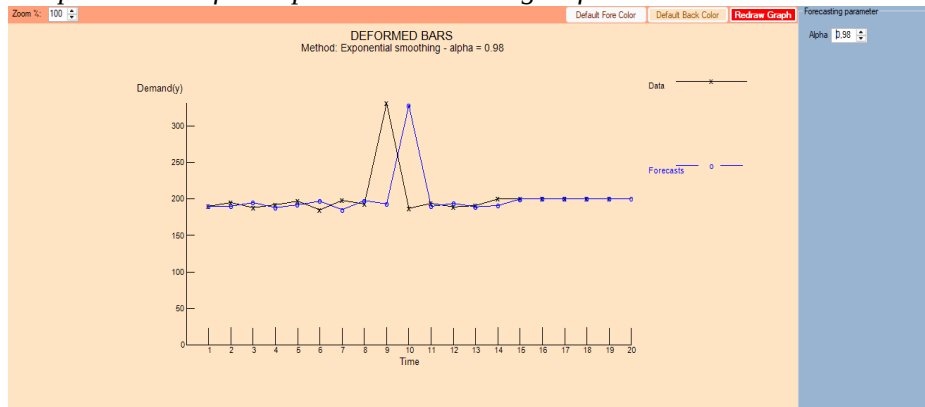
Lampiran 26 Hasil Peramalan Eksponential Smoothing Deformed Bars

EKSPONENTIAL SMOOTHING- DEFORMED BARS						
Periode	Demand(y)	Forecast	Error	Error	Error^2	Pct Error
1	190					
2	195	190	5	5	25	2,56%
3	188	194,9	-6,9	6,9	47,61	3,67%
4	192	188,138	3,862	3,862	14,915	2,01%
5	197	191,923	5,077	5,077	25,778	2,58%
6	185	196,899	-11,898	11,898	141,573	6,43%
7	198	185,238	12,762	12,762	162,869	6,45%
8	193	197,745	-4,745	4,745	22,513	2,46%
9	331	193,095	137,905	137,905	19017,82	41,66%
10	187	328,242	-141,242	141,242	19949,27	75,53%
11	194	189,825	4,175	4,175	17,432	2,15%
12	189	193,917	-4,917	4,917	24,172	2,60%
13	191	189,098	1,902	1,902	3,616	1,00%
14	200	190,962	9,038	9,038	81,686	4,52%
15	200	199,819	0,181	0,181	0,033	0,09%
16	200	199,996	0,004	0,004	0	0,00%
17	200	200	0	0	0	0%
18	200	200	0	0	0	0%
19	200	200	0	0	0	0%
TOTALS	3830		10,204	349,607	39534,29	153,71%
AVERAGE	201,579		0,567	19,423	2196,349	8,54%
Next period forecast		200	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	49,708	

Lampiran 27 Tracking Signal Eksponential Smoothing Deformed Bars

Periode, (n) (1)	Forecast, F (2)	Aktual,A (3)	Error (A-F) (4) = (3)- (2)	RSFE(5) = Kumulatif dari (4)	Absolut Error(6) =Absolut dari (4)	Kumulatif Absolut Error(7) = Kumulatif dari (6)	MAD(8) =(7)/(1)	Tracking Signal (9) = (5)/(8)
1	190							
2	195	190	5	5	5	5	5	1
3	188	194,9	-6,9	-1,9	6,9	1190,00%	5,95	-0,319
4	192	188,138	3,862	1,962	3,862	1576,20%	5,254	0,373
5	197	191,923	5,077	7,039	5,077	2083,90%	5,21	1,351
6	185	196,899	-11,898	-4,859	11,898	3273,80%	6,548	-0,742
7	198	185,238	12,762	7,903	12,762	4550,00%	7,583	1,042
8	193	197,745	-4,745	3,158	4,745	5024,40%	7,178	0,44
9	331	193,095	137,905	141,063	137,905	18815,00%	23,519	5,998
10	187	328,242	-141,242	-0,179	141,242	32939,20%	36,599	-0,005
11	194	189,825	4,175	3,996	4,175	33356,70%	33,357	0,12
12	189	193,917	-4,917	-0,92	4,917	33848,30%	30,771	-0,03
13	191	189,098	1,902	0,982	1,902	34038,50%	28,365	0,035
14	200	190,962	9,038	10,02	9,038	34942,30%	26,879	0,373
15	200	199,819	0,181	10,2	0,181	34960,40%	24,972	0,408
16	200	199,996	0,004	10,204	0,004	34960,70%	23,307	0,438
17	200	200	0	10,204	0	34960,70%	21,85	0,467
18	200	200	0	10,204	0	34960,70%	20,565	0,496
19	200	200	0	10,204	0	34960,70%	19,423	0,525

Lampiran 28 Grafik Eksponential Smoothing Deformed Bars



Lampiran 29 Perhitungan Jadwal Induk Produksi

• JIP Periode 2 Permintaan produk sirip = 209 ton Permintaan produk polos = 294 ton Waktu baku sirip = 0,331 jam/ton Waktu baku polos = 0,327 jam/ton Menghitung total permintaan : Total permintaan = 209 + 294 = 503 ton Adapun kebutuhan waktu produksi dengan rumus: Proporsi <i>Deformed Bars</i> = $209 \times 0,331$ = 69,179 Proporsi <i>Plain Bars</i> = $294 \times 0,327$ = 96,138 Perhitungan jadwal induk produksi diperoleh melalui : JIP <i>Deformed Bars</i> = $\frac{69,179}{0,331}$ = 209 Ton JIP Plain Bars = $\frac{96,138}{0,327}$ = 294 Ton	• JIP Periode 3 Permintaan produk sirip = 212 ton Permintaan produk polos = 299 ton Waktu baku sirip = 0,331 jam/ton Waktu baku polos = 0,327 jam/ton Menghitung total permintaan : Total permintaan = 212 + 299 = 511 ton Adapun kebutuhan waktu produksi dengan rumus: Proporsi <i>Deformed Bars</i> = $212 \times 0,331$ = 70,172 Proporsi <i>Plain Bars</i> = $299 \times 0,327$ = 97,773 Perhitungan jadwal induk produksi diperoleh melalui : JIP <i>Deformed Bars</i> = $\frac{70,172}{0,331}$ = 212 Ton JIP Plain Bars = $\frac{97,773}{0,327}$ = 299 Ton
• JIP Periode 4 Permintaan produk sirip = 214 ton Permintaan produk polos = 305 ton Waktu baku sirip = 0,331 jam/ton Waktu baku polos = 0,327 jam/ton	• JIP Periode 5 Permintaan produk sirip = 212 ton Permintaan produk polos = 299 ton Waktu baku sirip = 0,331 jam/ton Waktu baku polos = 0,327 jam/ton

Menghitung total permintaan : $\text{Total permintaan} = 214 + 305$ $= 519 \text{ ton}$ Adapun kebutuhan waktu produksi dengan rumus: $\text{Proporsi Deformed Bars} = 214 \times 0,331$ $= 70,834$ $\text{Proporsi Plain Bars} = 305 \times 0,327$ $= 99,735$ Perhitungan jadwal induk produksi diperoleh melalui : $\text{JIP Deformed Bars} = \frac{70,834}{0,331}$ $= 214 \text{ Ton}$ $\text{JIP Plain Bars} = \frac{99,735}{0,327}$ $= 305 \text{ Ton}$	Menghitung total permintaan : $\text{Total permintaan} = 216 + 311$ $= 527 \text{ ton}$ Adapun kebutuhan waktu produksi dengan rumus: $\text{Proporsi Deformed Bars} = 216 \times 0,331$ $= 71,496$ $\text{Proporsi Plain Bars} = 311 \times 0,327$ $= 101,697$ Perhitungan jadwal induk produksi diperoleh melalui : $\text{JIP Deformed Bars} = \frac{71,496}{0,331}$ $= 216 \text{ Ton}$ $\text{JIP Plain Bars} = \frac{101,697}{0,327}$ $= 311 \text{ Ton}$
• JIP Periode 6 Permintaan produk sirip = 212 ton Permintaan produk polos = 299 ton Waktu baku sirip = 0,331 jam/ton Waktu baku polos = 0,327 jam/ton Menghitung total permintaan : $\text{Total permintaan} = 202 + 316$ $= 518 \text{ ton}$	• JIP Periode 7 Permintaan produk sirip = 204 ton Permintaan produk polos = 321 ton Waktu baku sirip = 0,331 jam/ton Waktu baku polos = 0,327 jam/ton Menghitung total permintaan : $\text{Total permintaan} = 204 + 321$ $= 525 \text{ ton}$

Adapun kebutuhan waktu produksi dengan rumus: $\text{Proporsi Deformed Bars} = \frac{202 \times 0,331}{66,862}$ $\text{Proporsi Plain Bars} = \frac{316 \times 0,327}{97,773}$ Perhitungan jadwal induk produksi diperoleh melalui : $\text{JIP Deformed Bars} = \frac{66,862}{0,331}$ $= 202 \text{ Ton}$ $\text{JIP Plain Bars} = \frac{103,332}{0,327}$ $= 316 \text{ Ton}$	Adapun kebutuhan waktu produksi dengan rumus: $\text{Proporsi Deformed Bars} = \frac{204 \times 0,331}{67,524}$ $\text{Proporsi Plain Bars} = \frac{321 \times 0,327}{104,967}$ Perhitungan jadwal induk produksi diperoleh melalui : $\text{JIP Deformed Bars} = \frac{70,172}{0,331}$ $= 204 \text{ Ton}$ $\text{JIP Plain Bars} = \frac{104,967}{0,327}$ $= 321 \text{ Ton}$
--	---

Lampiran 30 Transkrip Wawancara

• **Transkrip Wawancara 1**

Waktu Wawancara : 18 Februari 2026

Lokasi Wawancara : PT Hanil Jaya Steel

Profil Narasumber

Nama : Bapak Agus Fauzi

Umur : 42 Tahun

Jenis Kelamin : Laki-laki

Jabatan : Supervisor *Maintenance*

Hasil Wawancara

Penulis : Selamat pagi Pak, Perkenalkan Saya Vanka Cathrinne Salvana Mahasiswi semester 8 Prodi Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya ingin meminta informasi terkait kondisi mesin yang digunakan pada proses produksi baja tulangan.

Narasumber : Silakan.

Penulis : Bagaimana kondisi mesin pada proses produksi baja tulangan selama beberapa bulan terakhir?

Narasumber : Secara umum mesin masih beroperasi dengan baik, tetapi dalam enam bulan terakhir cukup sering terjadi kerusakan pada komponen *roll* sehingga menyebabkan *downtime* produksi.

Penulis : Mesin dan Komponen apa yang paling sering mengalami kerusakan?

Narasumber : Mesin *roll* ing, lebih spesifiknya mesin *Roughing Mill* paling sering terjadi kerusakan. Untuk komponennya itu *roll* yang paling sering mengalami kerusakan dan perlu dilakukan penggantian.

Penulis : Apa dampak kerusakan tersebut terhadap proses produksi?

Narasumber : Ketika *roll* mengalami kerusakan, proses *rolling* harus dihentikan sementara untuk penggantian komponen sehingga target produksi dapat terganggu.

Penulis : Apakah perusahaan sudah memiliki jadwal perawatan rutin?

Narasumber : Ada perawatan rutin, namun penggantian komponen *roll* masih banyak dilakukan setelah terjadi kerusakan.

Penulis : Apakah tersedia data kerusakan dan *downtime* mesin?

Narasumber : Ya, seluruh data kerusakan, waktu perbaikan, dan *downtime* dicatat oleh bagian *maintenance*.

Penulis : Terima kasih atas informasi yang diberikan, Pak.

Narasumber : Sama-sama.

- **Transkrip Wawancara 2**

Waktu Wawancara : 20 Januari 2026

Lokasi Wawancara : PT Hanil Jaya Steel

Profil Narasumber

Nama : Bapak Maulana Santoso

Umur : 36 Tahun

Jenis Kelamin : Laki-laki

Jabatan : Operator *Roughing Mill*

Hasil Wawancara

Penulis : Selamat pagi Pak. Mohon maaf mengganggu waktunya, perkenalkan Saya Vanka Cathrinne Salvana Mahasiswi semester 8 Prodi Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945, disini saya ingin bertanya mengenai pengoperasian mesin *Roughing Mill*.

Narasumber : Pagi Mbak iya Silakan.

Penulis : Apakah selama proses produksi mesin *Roughing Mill* sering terjadi gangguan pada mesin?

Narasumber : Dalam beberapa bulan terakhir memang cukup sering terjadi gangguan di komponen *roll* nya mbak.

Penulis : Apa tanda-tanda yang biasanya muncul sebelum terjadi kerusakan?

Narasumber : Biasanya itu ada muncul getaran yang lebih besar, suara mesin menjadi tidak normal, dan kualitas hasil *roll* ingnya itu mulai menurun.

Penulis : Apa yang dilakukan ketika terjadi kerusakan?

Narasumber : Produksi dihentikan sementara, kemudian bagian *maintenance nya* itu melakukan pemeriksaan dan penggantian *roll* yang rusak.

Penulis : Apakah kerusakan tersebut memengaruhi target produksi harian?

Narasumber : Ya, karena waktu produksi berkurang akibat *downtime* mesin.

Penulis : Menurut Bapak, apakah diperlukan penggantian komponen sebelum rusak?

Narasumber : Menurut saya perlu, mungkin dengan adanya penelitian yang dilakukan utamanya di mesin ini sangat membantu agar kerusakan dapat diprediksi sebelum rusak.

Penulis : Baik Bapak, Terima kasih atas waktunya, Pak.

Narasumber : Iya mbak sama-sama.

- **Transkrip Wawancara 3**

Waktu Wawancara : 27 Februari 2026

Lokasi Wawancara : PT Hanil Jaya Steel

Profil Narasumber

Nama : Bapak Eko Prasetyo

Umur : 38 Tahun

Jenis Kelamin : Laki-laki

Jabatan : Supervisor PPIC (*Production Planning and Inventory Control*)

Hasil Wawancara

Penulis : Selamat pagi Pak, mohon maaf mengganggu waktunya, perkenalkan Saya Vanka Cathrinne Salvana Mahasiswi semester 8 Prodi Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945, saya ingin bertanya mengenai perencanaan produksi di PT Hanil Jaya Steel.

Narasumber : Iya Silakan.

Penulis : Bagaimana perusahaan menentukan jumlah produksi setiap periode?

Narasumber : Perencanaan produksi di PT Hanil Jaya Steel ini secara umum dilakukan berdasarkan data permintaan dan penjualan pada periode sebelumnya mbak.

Penulis : Apakah perusahaan menggunakan metode peramalan tertentu?

Narasumber : Saat ini perencanaan masih melihat dari data historis periode sebelumnya dan pengalaman dalam menentukan kebutuhan produksi. Tidak ada metode peramalan tertentu.

Penulis : Apakah pernah terjadi ketidaksesuaian antara jumlah produksi dan permintaan pelanggan?

Narasumber : Pernah. Dalam beberapa periode terjadi kelebihan persediaan (*overstock*) karena produksi lebih tinggi dari permintaannya.

Penulis : Apakah perusahaan juga pernah mengalami kekurangan persediaan (*stockout*)?

Narasumber : Ya, ada periode dimana produk yang kamu buat di luar dari perkiraan sehingga persediaan yang tersedia tidak mencukupi.

Penulis : Apa dampak dari kondisi *overstock* dan *stockout* tersebut?

Narasumber : Kalo *Overstock* itu disini menyebabkan biaya penyimpanan meningkat, sedangkan *stockout* buat pemenuhan permintaan pelanggan jadi terlambat.

Penulis : Menurut Bapak, apakah diperlukan evaluasi terhadap sistem perencanaan produksi yang digunakan saat ini?

Narasumber : Ya, diperlukan metode perencanaan yang mungkin relevan dan bisa di gunakan disini ya mbak, sesuai materi yang ada diperkuliahan sehingga

lebih terstruktur agar jumlah produksi dapat lebih sesuai dengan kebutuhan pasar..

Penulis : Baik Bapak, Terima kasih atas informasi dan bantuan yang diberikan Pak.

Narasumber : Sama-sama dek vanka.

Lampiran 31 Objek Penelitian

Kondisi PT Hanil Jaya Steel



Dokumentasi Observasi



Proses Produksi Baja Tulangan



Mesin *Roughing Mill*



Komponen *Twice Roughing Mill*



Komponen *Joint Roughing Mill*



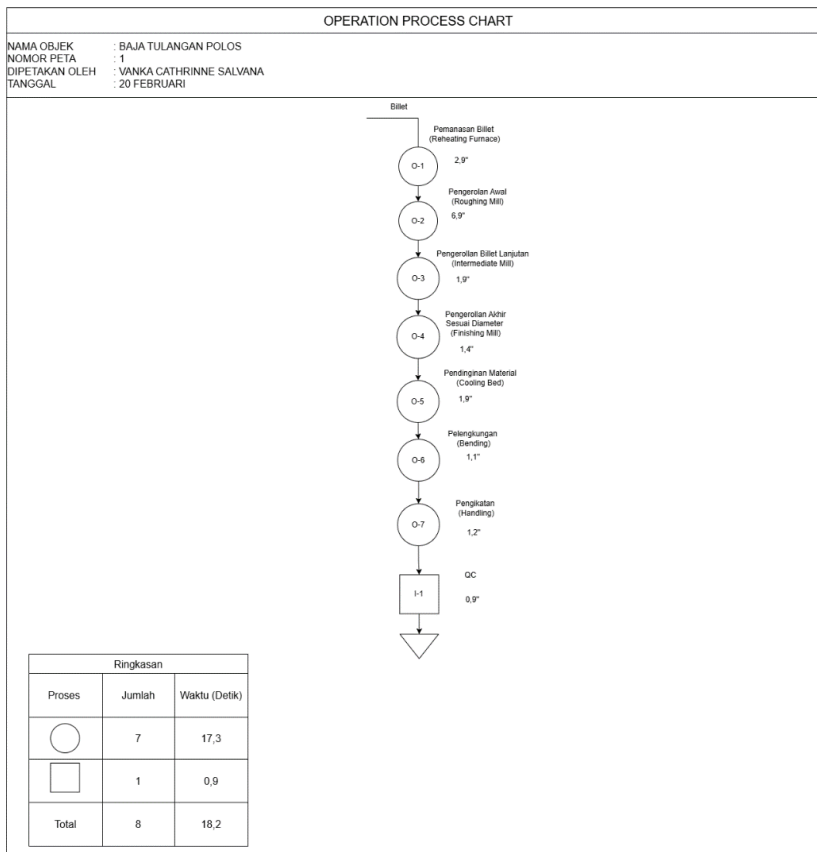
Produk Baja Tulangan Polos

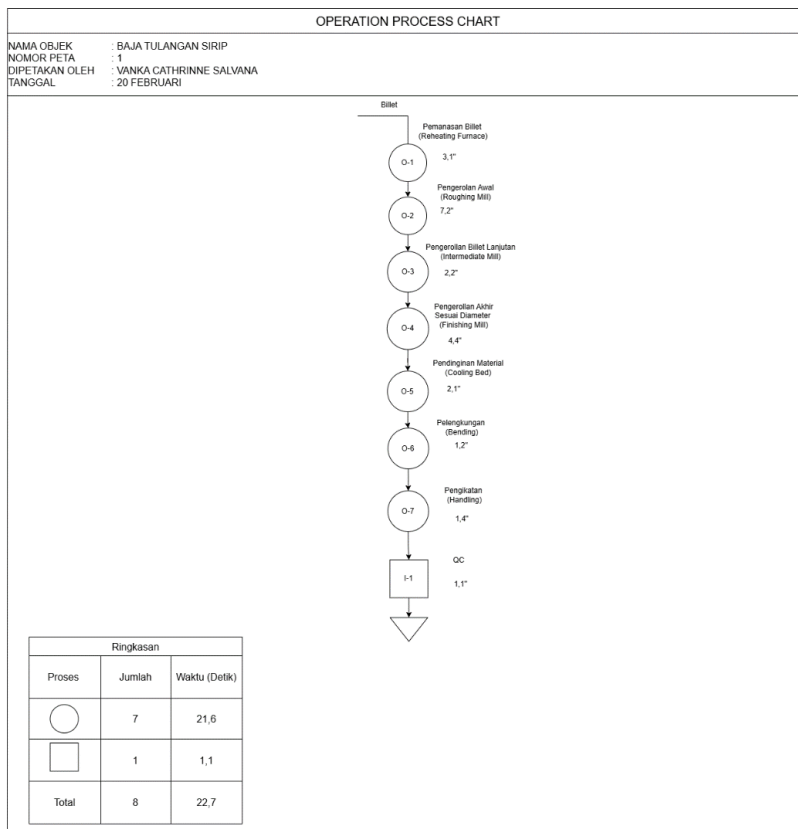


Produk Baja Tulangan Bersirip



Lampiran 32 Operation Process Chart





Lampiran 34 Lembar Revisi

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

REVISI SEMINAR PROPOSAL TUGAS AKHIR PRIODE SEMESTER GENAP 2025/2026

NAMA : Vanka Cathrinne Salvana
NBI : 1412200174
JUDUL : ANALISIS PERENCANAAN PRODUKSI DAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE DALAM MEMINIMALKAN OVERSTOCK, STOCKOUT, SERTA DOWNTIME DI PT HANIL JAYA STEEL
BATAS BIMBINGAN REVISI : 1 Minggu setelah Sidang

NO	URAIAN	BAB	HALAMAN	NO	URAIAN	BAB	HALAMAN
	frekuensi kerusakan masing-masing mesin.		 13/4/26	1	PPT diperbaiki.		 11/4/26
				2	Josephus, Method.		

Telah Direvisi,
Dosen Penguji 1,



Herlina, ST., MT

Dosen Penguji 2,



Fiky Two Nando, ST., MT

Surabaya, 07 April 2026
Mengetahui
Dosen Pembimbing/Ketua Penguji,



Ir. Siti Mundari, MT

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

REVISI SIDANG TUGAS AKHIR PRIODE SEMESTER GENAP 2025/2026

NAMA : Vanka Cathrinne Salvana
NBI : 1412200174
JUDUL : ANALISIS PERENCANAAN PRODUKSI DAN AGE REPLACEMENT UNTUK MEMINIMALKAN OVERSTOCK, STOCKOUT, SERTA DOWNTIME DI PT HANIL JAYA STEEL
BATAS BIMBINGAN REVISI : 1 Minggu setelah Sidang

NO	URAIAN	BAB	HALAMAN	NO	URAIAN	BAB	HALAMAN
	Calculus / Integral, Matriks, & Persamaan, flow chart metode penelitian, Hasil dan Pembahasan 4.11. pembahasan sebelum dan sesudah penelitian penyimpulan di laporan TA			- Gambar / tabel diberi sumber	2		
				- Supaya isi BAB penuh angka bukan romawi	2		
				- Perbaiki simpula ke-2	8		18/6
				- abstrak diperbaiki kesimpulannya			
				sebagai menjawab rumusan masalah			

Telah Direvisi,
Dosen Penguji 1,



Prof. Erni Puspantantari Putri, ST., M.Eng., Ph.D

Dosen Penguji 2,



Ir. Siti Muhimatul Khoiroh, ST., MT

Surabaya, 11 Juni 2026
Mengetahui
Dosen Pembimbing/Ketua Penguji,



Ir. Siti Mundari, MT

Lampiran 35 Surat balasan dari perusahaan**PT. HANIL JAYA STEEL**

Nomor: 31 / HJS / PROD / III / 2026

Perihal: Ijin Penelitian Tugas Akhir

Sidoarjo, 10 Maret 2026

Kepada Yth.

Universitas 17 Agustus 1945 (UNTAG) Surabaya**Fakultas Teknik**

Jl. Semolowaru No. 45 Surabaya

Dengan hormat,

Menanggapi surat saudara No. 505/K/FT/Akd/II/2026 tentang Penelitian Tugas Akhir yang akan dilaksanakan ditempat kami PT. Hanil Jaya Steel, di Jl. Brigjend Katamso Janti Waru Sidoarjo, maka dengan ini kami mengijinkan kepada Mahasiswa/Mahasiswi tersebut dibawah ini :

Nama : Vanka Cathrinne S
NBI : 141220074
Program Studi : Teknik Industri

untuk melaksanakan Penelitian Tugas Akhir, sesuai dengan yang dibutuhkan.

Demikian yang dapat kami sampaikan, terima kasih.

Hormat Kami,


PT. HANIL JAYA STEEL
East Java - Indonesia**Emil Pramono**

GM Teknik

Plant and Office :

Jl. Brigjen Katamso, Desa Janti, Kecamatan Waru, Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia, PO BOX 210 Waru 61256
Phone : (62-31) 8533500, 8533600 (hunting) Fax : (62-31) 8533501, 8533601
Website : www.haniljayasteel.com E-mail : general@haniljayasteel.com

Lampiran 36 LoA Submit Artikel Ilmiah pada Jurnal

International Journal of Emerging Trends in Engineering Research (IJETER)

<http://www.warse.org/IJETER/>

IJETER Manuscript Acceptance Letter

Title : Analysis of Production Planning and Age Replacement to Minimize Overstock, Stockout, and Downtime

Dear Siti Mundari and Vanka Cathrinne Salvana,

IJETER is pleased to inform you that your manuscript is accepted for publication in Volume 14 No.5 (May 2026) of IJETER. For further process you need to submit filled and signed copyright form (Attached herewith this mail) along with the Article Processing Charge (APC) **USD 60** on or before 15/6/2026.

Send the publication fee to the bank account :

Name of Account Holder: **"The World Academy of Research in Science and Engineering"**

Account No.: **200008855286**

SWIFT Code: **INDBINBBCOA**

IFSC Code : **INDB0000021**

Bank: **IndusInd Bank**

Branch: **Avinashi Road**

City: **Coimbatore - 37**

District: **Coimbatore**

State: **Tamilnadu**

Country: **India**

Or

Send through **PAYPAL** . Send to : **conference@warse.org**

Note: Please specify only as EDUCATION in the PURPOSE OF REMITTANCE column . It will be useful for us to collect the amount in our bank without difficulty

Halaman ini sengaja dikosongkan