

III. HASIL PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada peningkatan mutu proses produksi dan produk akhir AMDK cup 120 ml menggunakan 4 *tools* dari SPC yaitu *check sheet*, diagram pareto, *control chart*, dan *fishbone* diagram. Pada penelitian ini terdapat 2 jenis data yang dianalisis yaitu data atribut berupa data *reject* produksi/data jumlah kerusakan produk dan data kontinu berupa data hasil pengujian parameter mutu kimia dan fisika (TDS, suhu, *hardness*, dan pH) produk akhir. Semua data yang dianalisis berupa data laporan harian selama bulan Januari-Desember 2021.

3.1. *Check Sheet* Kerusakan Produk Harian

Terdapat 3 kategori kerusakan untuk produk AMDK cup 120 ml yaitu RM (Rusak Mesin), CNS (*Cup Non-Standard*), dan BA (Benda Asing). Total kerusakan produk selama bulan Januari-Desember 2021 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data *Reject* Produksi Tahun 2021

Bulan	No Sampel	Tanggal	Jumlah Produksi	Kategori Kerusakan			Total Kerusakan Harian	Persentase Kerusakan Harian (%)	Jumlah Produksi + Produk Cacat
				RM	CNS	BA			
Januari	1	5	180397	1232	200	5	1437	0.79%	181834
	2	6	195972	1821	690	3	2514	1.27%	198486
	3	11	228004	1962	544	27	2533	1.10%	230537
	4	12	351774	6722	986	11	7719	2.15%	359493
	5	13	380852	2862	1155	24	4041	1.05%	384893
	6	14	264440	4089	737	19	4845	1.80%	269285
	7	18	359805	3664	1400	12	5076	1.39%	364881
	8	19	243072	3087	900	3	3990	1.61%	247062
	9	20	283661	3433	1550	8	4991	1.73%	288652
	10	25	101281	3539	200	5	3744	3.56%	105025
	11	26	364147	6928	400	26	7354	1.98%	371501
	12	27	327427	7738	1200	36	8974	2.67%	336401
	13	29	87381	1563	265	15	1843	2.07%	89224
14	30	138959	883	546	3	1432	1.02%	140391	
Februari	15	1	359348	4037	1170	25	5232	1.44%	364580
	16	2	115559	901	200	11	1112	0.95%	116671
	17	5	233131	2454	726	11	3191	1.35%	236322
	18	9	149384	4936	470	6	5412	3.50%	154796
	19	10	207909	2406	500	6	2912	1.38%	210821
	20	11	271184	2504	105	7	2616	0.96%	273800
	21	16	319703	1880	534	4	2418	0.75%	322121
	22	17	279728	959	400	13	1372	0.49%	281100
	23	18	64045	178	276	0	454	0.70%	64499
	24	19	236789	2559	600	5	3164	1.32%	239953
	25	22	200072	2031	400	28	2459	1.21%	202531
	26	23	352110	2253	490	24	2767	0.78%	354877
	27	24	72423	1575	217	9	1801	2.43%	74224
	28	25	46093	1742	400	12	2154	4.46%	48247

Tabel 2. Data *Reject* Produksi Tahun 2021 (Lanjutan)

Maret	29	1	276589	4361	566	31	4958	1.76%	281547	
	30	6	134497	1230	350	5	1585	1.16%	136082	
	31	8	350641	3033	829	3	3865	1.09%	354506	
	32	9	195453	1874	630	7	2511	1.27%	197964	
	33	10	116164	1905	120	5	2030	1.72%	118194	
	34	12	179961	1661	500	5	2166	1.19%	182127	
	35	13	212917	1822	560	14	2396	1.11%	215313	
	36	15	160039	2697	375	13	3085	1.89%	163124	
	37	16	415127	6226	868	24	7118	1.69%	422245	
	38	17	574878	2208	115	68	2391	0.41%	577269	
	39	18	574878	6456	1943	24	8423	1.44%	583301	
	40	19	136948	1882	600	3	2485	1.78%	139433	
	41	20	201590	3124	260	8	3392	1.65%	204982	
	42	22	140936	5471	150	3	5624	3.84%	146560	
	43	23	380754	7869	457	29	8355	2.15%	389109	
	44	25	391174	3319	500	43	3862	0.98%	395036	
	45	27	289879	5035	510	39	5584	1.89%	295463	
	46	29	403615	7497	700	33	8230	2.00%	411845	
	47	31	211502	933	500	3	1436	0.67%	212938	
	April	48	1	521429	5017	976	37	6030	1.14%	527459
		49	5	536865	6162	391	16	6569	1.21%	543434
		50	6	562049	7873	800	31	8704	1.53%	570753
		51	7	287742	2577	500	13	3090	1.06%	290832
		52	8	188360	4032	300	6	4338	2.25%	192698
		53	9	507761	4530	1936	136	6602	1.28%	514363
		54	12	283207	1120	350	20	1490	0.52%	284697
		55	13	564602	4694	1116	15	5825	1.02%	570427
		56	14	497089	6768	1263	16	8047	1.59%	505136
		57	15	129748	1115	388	25	1528	1.16%	131276
58		16	540574	5187	1280	19	6486	1.19%	547060	
59		17	306722	1325	950	5	2280	0.74%	309002	
60		19	388669	2592	217	448	3257	0.83%	391926	
61		20	498907	3506	1166	46	4718	0.94%	503625	
62		21	499675	3506	1400	20	4926	0.98%	504601	
63		22	237968	1643	659	25	2327	0.97%	240295	
64		23	445812	2350	1405	57	3812	0.85%	449624	
65		24	443655	3611	1224	117	4952	1.10%	448607	
66		26	589228	2734	1529	28	4291	0.72%	593519	
67		27	566974	4679	1200	30	5909	1.03%	572883	
68		28	580088	3085	1800	37	4922	0.84%	585010	
69		29	190040	769	300	5	1074	0.56%	191114	
70		30	561742	3031	1602	79	4712	0.83%	566454	

Tabel 2. Data *Reject* Produksi Tahun 2021 (Lanjutan)

Mei	71	3	404617	2541	1050	93	3684	0.90%	408301
	72	4	564626	3411	1719	33	5163	0.91%	569789
	73	5	351464	4598	1154	18	5770	1.62%	357234
	74	6	610971	9240	1885	37	11162	1.79%	622133
	75	7	548375	3531	1279	35	4845	0.88%	553220
	76	8	165796	1166	600	6	1772	1.06%	167568
	77	10	360955	1757	840	9	2606	0.72%	363561
	78	11	583395	9145	1600	25	10770	1.81%	594165
	79	17	605400	6607	2300	19	8926	1.45%	614326
	80	18	617774	3632	2260	36	5928	0.95%	623702
	81	19	593133	4762	1066	23	5851	0.98%	598984
	82	20	606458	3855	1466	21	5342	0.87%	611800
	83	21	575376	3966	1125	16	5107	0.88%	580483
	84	22	629642	3511	1266	15	4792	0.76%	634434
	85	24	396669	2423	1400	19	3842	0.96%	400511
	86	25	626120	4943	1804	13	6760	1.07%	632880
	87	27	596217	5143	1050	21	6214	1.03%	602431
	88	28	257897	2404	650	8	3062	1.17%	260959
	89	29	609097	3691	1241	17	4949	0.81%	614046
	90	31	573176	7569	1000	27	8596	1.48%	581772
Juni	91	2	371226	2639	1800	31	4470	1.19%	375696
	92	3	495242	3689	1332	19	5040	1.01%	500282
	93	4	364815	2598	750	12	3360	0.91%	368175
	94	5	370653	2755	1816	53	4624	1.23%	375277
	95	8	229702	4635	1425	21	6081	2.58%	235783
	96	9	367970	3891	940	11	4842	1.30%	372812
	97	10	367862	2986	3500	20	6506	1.74%	374368
	98	12	90607	1229	100	11	1340	1.46%	91947
	99	14	164957	2125	1050	7	3182	1.89%	168139
	100	15	150509	1559	1250	5	2814	1.84%	153323
	101	16	232582	1615	1460	3	3078	1.31%	235660
	102	17	137563	2076	700	4	2780	1.98%	140343
	103	18	122403	2243	266	3	2512	2.01%	124915
	104	19	121103	677	326	7	1010	0.83%	122113
	105	21	339076	1773	872	20	2665	0.78%	341741
	106	22	169832	3431	400	7	3838	2.21%	173670
	107	23	155818	2426	400	10	2836	1.79%	158654
	108	24	190932	2952	900	20	3872	1.99%	194804
	109	28	180391	1550	3500	12	5062	2.73%	185453
	110	30	176887	1624	766	6	2396	1.34%	179283

Tabel 2. Data *Reject* Produksi Tahun 2021 (Lanjutan)

Juli	111	7	88413	476	150	0	626	0.70%	89039	
	112	8	179769	1047	540	3	1590	0.88%	181359	
	113	9	146311	2102	1500	12	3614	2.41%	149925	
	114	13	157231	1173	800	9	1982	1.24%	159213	
	115	15	165223	743	450	13	1206	0.72%	166429	
	116	17	122519	2698	300	2	3000	2.39%	125519	
	117	19	115462	918	300	2	1220	1.05%	116682	
	118	22	234791	3258	870	16	4144	1.73%	238935	
	119	23	367548	2096	965	16	3077	0.83%	370625	
	120	24	131301	824	1500	8	2332	1.75%	133633	
	121	26	103797	1454	600	24	2078	1.96%	105875	
	122	27	183223	2688	500	26	3214	1.72%	186437	
	123	28	144075	2833	400	11	3244	2.20%	147319	
	124	29	318616	2459	1300	39	3798	1.18%	322414	
	125	30	288156	1275	650	37	1962	0.68%	290118	
	Agustus	126	2	217646	1693	826	13	2532	1.15%	220178
		127	3	219208	2037	1000	17	3054	1.37%	222262
		128	4	385921	3263	2300	71	5634	1.44%	391555
		129	6	374982	2620	1200	26	3846	1.02%	378828
		130	9	350963	2700	800	60	3560	1.00%	354523
		131	10	276588	1137	776	23	1936	0.70%	278524
		132	12	130367	1117	350	1	1468	1.11%	131835
		133	13	159415	1154	856	4	2014	1.25%	161429
		134	14	144049	1577	2038	3	3618	2.45%	147667
		135	16	148109	1421	806	3	2230	1.48%	150339
		136	18	123962	996	400	24	1420	1.13%	125382
		137	19	243841	1662	1330	8	3000	1.22%	246841
		138	20	217364	2225	501	2	2728	1.24%	220092
		139	21	144243	1519	400	5	1924	1.32%	146167
		140	23	170502	1549	653	11	2213	1.28%	172715
141		24	189641	2352	630	8	2990	1.55%	192631	
142		25	280635	2032	775	20	2827	1.00%	283462	
143		26	180569	1788	1770	14	3572	1.94%	184141	

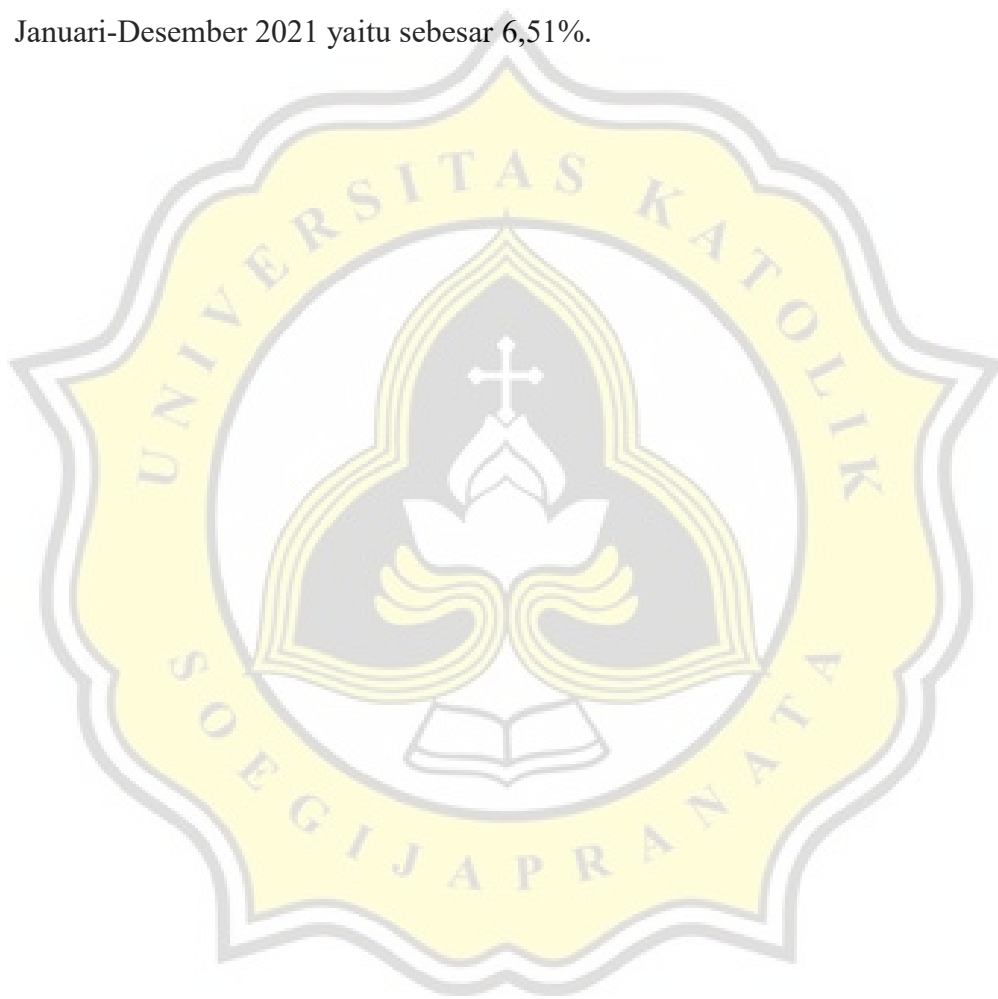
Tabel 2. Data *Reject* Produksi Tahun 2021 (Lanjutan)

September	144	1	143817	2899	906	45	3850	2.61%	147667	
	145	2	65008	712	100	0	812	1.23%	65820	
	146	3	321577	2585	8100	32	10717	3.23%	332294	
	147	6	91678	1522	700	6	2228	2.37%	93906	
	148	7	176311	1476	576	4	2056	1.15%	178367	
	149	8	221499	2036	664	24	2724	1.21%	224223	
	150	9	110325	1881	200	9	2090	1.86%	112415	
	151	13	98853	595	800	7	1402	1.40%	100255	
	152	14	157550	1537	840	17	2394	1.50%	159944	
	153	15	134972	1273	1050	3	2326	1.69%	137298	
	154	16	234500	2385	1260	27	3672	1.54%	238172	
	155	17	109101	1582	145	6	1733	1.56%	110834	
	156	18	259796	1851	1010	17	2878	1.10%	262674	
	157	20	159082	1158	636	4	1798	1.12%	160880	
	158	21	227133	1369	492	7	1868	0.82%	229001	
	159	22	131688	1073	423	10	1506	1.13%	133194	
	160	24	160145	1715	754	18	2487	1.53%	162632	
	161	25	121921	1504	450	38	1992	1.61%	123913	
	162	27	155819	6187	2750	37	8974	5.45%	164793	
	163	28	104353	3041	1960	28	5029	4.60%	109382	
	164	29	231181	11485	4488	121	16094	6.51%	247275	
	165	30	214144	3682	1450	40	5172	2.36%	219316	
	Oktober	166	1	175303	1194	340	8	1542	0.87%	176845
		167	2	113918	1041	1978	9	3028	2.59%	116946
		168	4	118103	1129	1155	2	2286	1.90%	120389
		169	5	127690	1400	1400	4	2804	2.15%	130494
		170	6	390036	1984	1010	32	3026	0.77%	393062
		171	7	136927	1134	460	14	1608	1.16%	138535
		172	8	225782	2329	1690	21	4040	1.76%	229822
		173	13	105242	1792	916	15	2723	2.52%	107965
174		14	314342	2951	1430	19	4400	1.38%	318742	
175		15	300416	2849	860	73	3782	1.24%	304198	
176		18	329292	4081	690	9	4780	1.43%	334072	
177		19	35838	1250	157	16	1423	3.82%	37261	
178		21	209395	1075	500	13	1588	0.75%	210983	
179		22	82215	386	200	0	586	0.71%	82801	
180		23	186372	648	550	6	1204	0.64%	187576	
181		25	177968	1815	950	3	2768	1.53%	180736	
182	26	164210	1544	430	12	1986	1.19%	166196		
183	27	329939	2122	700	22	2844	0.85%	332783		
184	28	381307	3135	800	19	3954	1.03%	385261		
185	29	175620	1152	250	2	1404	0.79%	177024		
186	30	322043	5184	960	9	6153	1.87%	328196		

Tabel 2. Data *Reject* Produksi Tahun 2021 (Lanjutan)

November	187	1	130750	1975	400	5	2380	1.79%	133130	
	188	2	168768	1914	500	5	2419	1.41%	171187	
	189	3	251729	3228	750	24	4002	1.56%	255731	
	190	4	413116	4215	888	29	5132	1.23%	418248	
	191	5	196800	1435	450	3	1888	0.95%	198688	
	192	6	161185	1142	350	6	1498	0.92%	162683	
	193	10	378137	3689	1410	13	5112	1.33%	383249	
	194	12	214147	1978	450	8	2436	1.12%	216583	
	195	13	220740	2421	830	2	3253	1.45%	223993	
	196	15	208426	1734	670	2	2406	1.14%	210832	
	197	16	195588	1669	355	11	2035	1.03%	197623	
	198	17	313063	2807	770	19	3596	1.14%	316659	
	199	18	221140	1719	476	19	2214	0.99%	223354	
	200	19	172231	1720	800	20	2540	1.45%	174771	
	201	22	198721	1971	400	7	2378	1.18%	201099	
	202	23	248644	2100	450	56	2606	1.04%	251250	
	203	24	163546	1640	750	4	2394	1.44%	165940	
	204	25	200471	1419	500	17	1936	0.96%	202407	
	205	26	136306	995	450	11	1456	1.06%	137762	
	206	27	337976	1352	750	4	2106	0.62%	340082	
	207	29	176599	1530	350	8	1888	1.06%	178487	
	208	30	215241	2345	1057	19	3421	1.56%	218662	
	Desember	209	1	148921	696	220	12	928	0.62%	149849
		210	2	369501	4249	1450	15	5714	1.52%	375215
		211	3	165415	2374	610	4	2988	1.77%	168403
		212	4	138453	1621	660	23	2304	1.64%	140757
		213	6	199505	4181	530	21	4732	2.32%	204237
		214	7	182052	3018	400	10	3428	1.85%	185480
		215	9	390400	1295	1060	16	2371	0.60%	392771
		216	10	98249	717	400	14	1131	1.14%	99380
217		11	95744	659	280	15	954	0.99%	96698	
218		14	371326	3823	1160	17	5000	1.33%	376326	
219		16	379410	3832	1900	16	5748	1.49%	385158	
220		17	179412	1952	800	20	2772	1.52%	182184	
221		20	240960	11602	1148	14	12764	5.03%	253724	
222		21	366831	4958	3295	18	8271	2.21%	375102	
223		22	357408	4068	1100	16	5184	1.43%	362592	
224		23	232876	1268	900	2	2170	0.92%	235046	
225		24	214821	2482	500	10	2992	1.37%	217813	
226		25	143392	3746	350	0	4096	2.78%	147488	
227		27	318419	1771	900	9	2680	0.83%	321099	
228		28	99015	901	400	1	1302	1.30%	100317	
229	29	362203	1822	800	42	2664	0.73%	364867		
Total			61482874	625477	208939	4648	839064		62321938	
Rata-rata			268484.166	2731.34	912.40	20.30	3664.03	1.47%	272148.20	

Pada Tabel 2. diketahui total kerusakan produk selama tahun 2021 akibat Rusak Mesin, *Cup Non-Standard*, dan Benda Asing secara berturut-turut yaitu 625.477 cup; 208.939 cup; dan 4.648 cup. Jumlah kerusakan tertinggi (nilai ekstrem) pada kategori RM adalah 11.602 cup. Sedangkan kerusakan tertinggi pada kategori CNS berjumlah 625.477 cup dan total kerusakan pada kategori BA sebanyak 448 cup. Adapun persentase tertinggi kerusakan produk harian selama bulan Januari-Desember 2021 yaitu sebesar 6,51%.



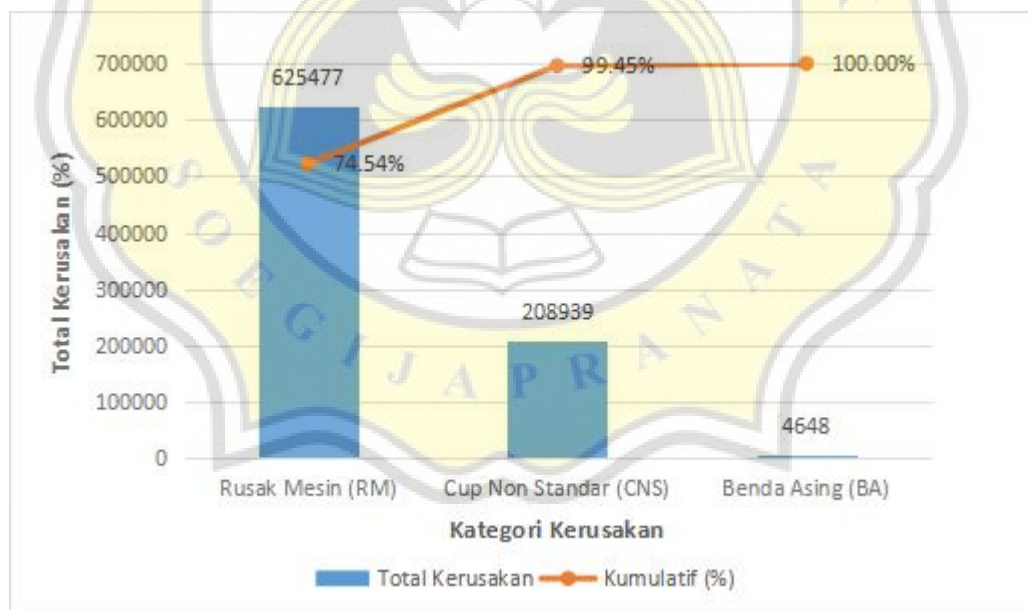
3.2. Pareto Chart Kerusakan Produk

Chart ini digunakan untuk menunjukkan jenis kerusakan produk yang paling dominan. Untuk membuat *pareto chart* dilakukan perhitungan persentase kerusakan dan persentase kerusakan kumulatif pada tiap kategori kerusakan. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Kerusakan Dominan

Kategori Kerusakan	Total Kerusakan	Kerusakan (%)	Kumulatif (%)
Rusak Mesin (RM)	625477	74.54%	74.54%
Cup Non Standard (CNS)	208939	24.90%	99.45%
Benda Asing (BA)	4648	0.55%	100.00%
Total	839064	100.00%	

Hasil perhitungan pada Tabel 3. kemudian dibuat dalam bentuk visual *pareto chart* yang dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Pareto Chart Produk Reject

Berdasarkan Gambar 13. dapat diketahui bahwa penyumbang terbesar produk yang rusak selama tahun 2021 didominasi oleh kategori Rusak Mesin (RM).

3.3. Control Chart Produk Rusak Mesin

Setelah diketahui bahwa Rusak Mesin merupakan penyebab dominan kerusakan produk maka dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan *proportion control chart* (P-chart). Perhitungan statistik perlu dilakukan untuk mengetahui penjaminan mutu yang ada di perusahaan masih dalam batas kendali atau tidak. Perhitungan proporsi kerusakan harian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Proporsi Kerusakan Produk Harian

Bulan	No Sampel	Tanggal	Jumlah Produksi (n)	Reject Rusak Mesin (np)	Proporsi Reject (p)
Januari	1	5	181834	1232	0.01
	2	6	198486	1821	0.01
	3	11	230537	1962	0.01
	4	12	359493	6722	0.02
	5	13	384893	2862	0.01
	6	14	269285	4089	0.02
	7	18	364881	3664	0.01
	8	19	247062	3087	0.01
	9	20	288652	3433	0.01
	10	25	105025	3539	0.03
	11	26	371501	6928	0.02
	12	27	336401	7738	0.02
	13	29	89224	1563	0.02
	14	30	140391	883	0.01
Februari	15	1	364580	4037	0.01
	16	2	116671	901	0.01
	17	5	236322	2454	0.01
	18	9	154796	4936	0.03
	19	10	210821	2406	0.01
	20	11	273800	2504	0.01
	21	16	322121	1880	0.01
	22	17	281100	959	0.00
	23	18	64499	178	0.00
	24	19	239953	2559	0.01
	25	22	202531	2031	0.01
	26	23	354877	2253	0.01
	27	24	74224	1575	0.02
	28	25	48247	1742	0.04

Tabel 4. Proporsi Kerusakan Produk Harian (Lanjutan)

Maret	29	1	281547	4361	0.02	
	30	6	136082	1230	0.01	
	31	8	354506	3033	0.01	
	32	9	197964	1874	0.01	
	33	10	118194	1905	0.02	
	34	12	182127	1661	0.01	
	35	13	215313	1822	0.01	
	36	15	163124	2697	0.02	
	37	16	422245	6226	0.01	
	38	17	577269	2208	0.00	
	39	18	583301	6456	0.01	
	40	19	139433	1882	0.01	
	41	20	204982	3124	0.02	
	42	22	146560	5471	0.04	
	43	23	389109	7869	0.02	
	44	25	395036	3319	0.01	
	45	27	295463	5035	0.02	
	46	29	411845	7497	0.02	
	47	31	212938	933	0.00	
	April	48	1	527459	5017	0.01
		49	5	543434	6162	0.01
		50	6	570753	7873	0.01
		51	7	290832	2577	0.01
		52	8	192698	4032	0.02
		53	9	514363	4530	0.01
		54	12	284697	1120	0.00
		55	13	570427	4694	0.01
		56	14	505136	6768	0.01
		57	15	131276	1115	0.01
58		16	547060	5187	0.01	
59		17	309002	1325	0.00	
60		19	391926	2592	0.01	
61		20	503625	3506	0.01	
62		21	504601	3506	0.01	
63		22	240295	1643	0.01	
64		23	449624	2350	0.01	
65		24	448607	3611	0.01	
66		26	593519	2734	0.00	
67		27	572883	4679	0.01	
68		28	585010	3085	0.01	
69		29	191114	769	0.00	
70		30	566454	3031	0.01	
Mei		71	3	408301	2541	0.01
		72	4	569789	3411	0.01
		73	5	357234	4598	0.01
		74	6	622133	9240	0.01
		75	7	553220	3531	0.01
		76	8	167568	1166	0.01
		77	10	363561	1757	0.00
		78	11	594165	9145	0.02
		79	17	614326	6607	0.01
		80	18	623702	3632	0.01
	81	19	598984	4762	0.01	
	82	20	611800	3855	0.01	
	83	21	580483	3966	0.01	
	84	22	634434	3511	0.01	
	85	24	400511	2423	0.01	
	86	25	632880	4943	0.01	
	87	27	602431	5143	0.01	
	88	28	260959	2404	0.01	
	89	29	614046	3691	0.01	
	90	31	581772	7569	0.01	

Tabel 4. Proporsi Kerusakan Produk Harian (Lanjutan)

Juni	91	2	375696	2639	0.01
	92	3	500282	3689	0.01
	93	4	368175	2598	0.01
	94	5	375277	2755	0.01
	95	8	235783	4635	0.02
	96	9	372812	3891	0.01
	97	10	374368	2986	0.01
	98	12	91947	1229	0.01
	99	14	168139	2125	0.01
	100	15	153323	1559	0.01
	101	16	235660	1615	0.01
	102	17	140343	2076	0.01
	103	18	124915	2243	0.02
	104	19	122113	677	0.01
	105	21	341741	1773	0.01
	106	22	173670	3431	0.02
	107	23	158654	2426	0.02
	108	24	194804	2952	0.02
	109	28	185453	1550	0.01
	110	30	179283	1624	0.01
Juli	111	7	89039	476	0.01
	112	8	181359	1047	0.01
	113	9	149925	2102	0.01
	114	13	159213	1173	0.01
	115	15	166429	743	0.00
	116	17	125519	2698	0.02
	117	19	116682	918	0.01
	118	22	238935	3258	0.01
	119	23	370625	2096	0.01
	120	24	133633	824	0.01
	121	26	105875	1454	0.01
	122	27	186437	2688	0.01
	123	28	147319	2833	0.02
124	29	322414	2459	0.01	
125	30	290118	1275	0.00	
Agustus	126	2	220178	1693	0.01
	127	3	222262	2037	0.01
	128	4	391555	3263	0.01
	129	6	378828	2620	0.01
	130	9	354523	2700	0.01
	131	10	278524	1137	0.00
	132	12	131835	1117	0.01
	133	13	161429	1154	0.01
	134	14	147667	1577	0.01
	135	16	150339	1421	0.01
	136	18	125382	996	0.01
	137	19	246841	1662	0.01
	138	20	220092	2225	0.01
	139	21	146167	1519	0.01
	140	23	172715	1549	0.01
	141	24	192631	2352	0.01
	142	25	283462	2032	0.01
	143	26	184141	1788	0.01

Tabel 4. Proporsi Kerusakan Produk Harian (Lanjutan)

September	144	1	147667	2899	0.02	
	145	2	65820	712	0.01	
	146	3	332294	2585	0.01	
	147	6	93906	1522	0.02	
	148	7	178367	1476	0.01	
	149	8	224223	2036	0.01	
	150	9	112415	1881	0.02	
	151	13	100255	595	0.01	
	152	14	159944	1537	0.01	
	153	15	137298	1273	0.01	
	154	16	238172	2385	0.01	
	155	17	110834	1582	0.01	
	156	18	262674	1851	0.01	
	157	20	160880	1158	0.01	
	158	21	229001	1369	0.01	
	159	22	133194	1073	0.01	
	160	24	162632	1715	0.01	
	161	25	123913	1504	0.01	
	162	27	164793	6187	0.04	
	163	28	109382	3041	0.03	
	164	29	247275	11485	0.05	
	165	30	219316	3682	0.02	
	Oktober	166	1	176845	1194	0.01
		167	2	116946	1041	0.01
		168	4	120389	1129	0.01
		169	5	130494	1400	0.01
		170	6	393062	1984	0.01
		171	7	138535	1134	0.01
		172	8	229822	2329	0.01
		173	13	107965	1792	0.02
174		14	318742	2951	0.01	
175		15	304198	2849	0.01	
176		18	334072	4081	0.01	
177		19	37261	1250	0.03	
178	21	210983	1075	0.01		
179	22	82801	386	0.00		
180	23	187576	648	0.00		
181	25	180736	1815	0.01		
182	26	166196	1544	0.01		
183	27	332783	2122	0.01		
184	28	385261	3135	0.01		
185	29	177024	1152	0.01		
186	30	328196	5184	0.02		

Tabel 4. Proporsi Kerusakan Produk Harian (Lanjutan)

November	187	1	133130	1975	0.01	
	188	2	171187	1914	0.01	
	189	3	255731	3228	0.01	
	190	4	418248	4215	0.01	
	191	5	198688	1435	0.01	
	192	6	162683	1142	0.01	
	193	10	383249	3689	0.01	
	194	12	216583	1978	0.01	
	195	13	223993	2421	0.01	
	196	15	210832	1734	0.01	
	197	16	197623	1669	0.01	
	198	17	316659	2807	0.01	
	199	18	223354	1719	0.01	
	200	19	174771	1720	0.01	
	201	22	201099	1971	0.01	
	202	23	251250	2100	0.01	
	203	24	165940	1640	0.01	
	204	25	202407	1419	0.01	
	205	26	137762	995	0.01	
	206	27	340082	1352	0.00	
	207	29	178487	1530	0.01	
	208	30	218662	2345	0.01	
	Desember	209	1	148921	696	0.00
		210	2	369501	4249	0.01
		211	3	165415	2374	0.01
		212	4	138453	1621	0.01
		213	6	199505	4181	0.02
		214	7	182052	3018	0.02
		215	9	390400	1295	0.00
216		10	98249	717	0.01	
217		11	95744	659	0.01	
218		14	371326	3823	0.01	
219		16	379410	3832	0.01	
220		17	179412	1952	0.01	
221		20	240960	11602	0.05	
222		21	366831	4958	0.01	
223		22	357408	4068	0.01	
224		23	232876	1268	0.01	
225		24	214821	2482	0.01	
226		25	143392	3746	0.03	
227		27	318419	1771	0.01	
228		28	99015	901	0.01	
229		29	362203	1822	0.01	
Total	56428561	564442	2.24			
Rata-rata	271798.01	2731.34	0.01			

Berdasarkan Tabel 4. Perhitungan proporsi kerusakan diperoleh dari:

$$p = \frac{np}{n}$$

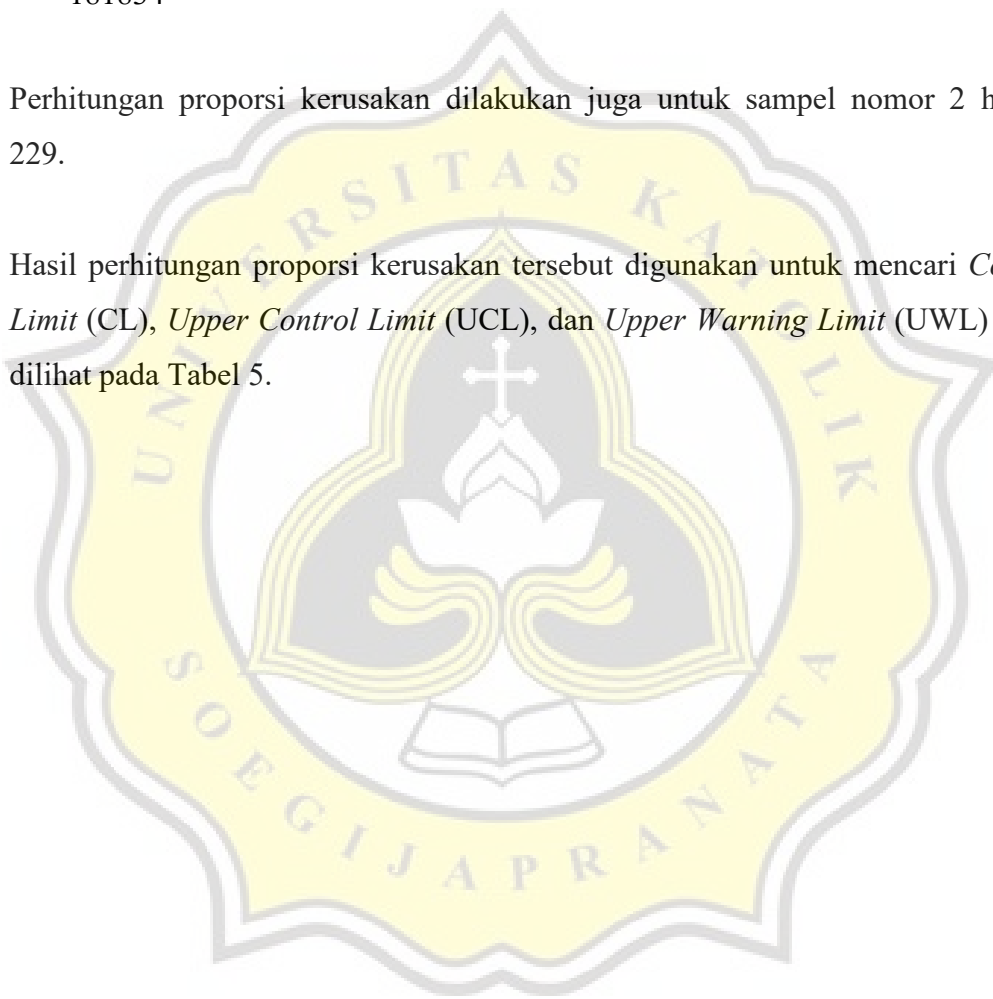
$$n = 181834$$

$$np = 1232$$

$$p = \frac{1232}{181834} = 0.01$$

Perhitungan proporsi kerusakan dilakukan juga untuk sampel nomor 2 hingga 229.

Hasil perhitungan proporsi kerusakan tersebut digunakan untuk mencari *Control Limit (CL)*, *Upper Control Limit (UCL)*, dan *Upper Warning Limit (UWL)* dapat dilihat pada Tabel 5.



Tabel 5. Perhitungan CL, UCL, dan UWL

Bulan	No Sampel	Tanggal	Jumlah Produksi (n)	Reject Mesin (np)	Proporsi Reject (p)	CL (\bar{p})	UCL	UWL
Januari	1	5	181834	1232	0.01	0.01		
	2	6	198486	1821	0.01			
	3	11	230537	1962	0.01			
	4	12	359493	6722	0.02			
	5	13	384893	2862	0.01			
	6	14	269285	4089	0.02			
	7	18	364881	3664	0.01			
	8	19	247062	3087	0.01			
	9	20	288652	3433	0.01			
	10	25	105025	3539	0.03			
	11	26	371501	6928	0.02			
	12	27	336401	7738	0.02			
	13	29	89224	1563	0.02			
	14	30	140391	883	0.01			
Februari	15	1	364580	4037	0.01			
	16	2	116671	901	0.01			
	17	5	236322	2454	0.01			
	18	9	154796	4936	0.03			
	19	10	210821	2406	0.01			
	20	11	273800	2504	0.01			
	21	16	322121	1880	0.01			
	22	17	281100	959	0.00			
	23	18	64499	178	0.00			
	24	19	239953	2559	0.01			
	25	22	202531	2031	0.01			
	26	23	354877	2253	0.01			
	27	24	74224	1575	0.02			
	28	25	48247	1742	0.04			

Tabel 5. Perhitungan CL, UCL, dan UWL (Lanjutan)

Maret	29	1	281547	4361	0.02
	30	6	136082	1230	0.01
	31	8	354506	3033	0.01
	32	9	197964	1874	0.01
	33	10	118194	1905	0.02
	34	12	182127	1661	0.01
	35	13	215313	1822	0.01
	36	15	163124	2697	0.02
	37	16	422245	6226	0.01
	38	17	577269	2208	0.00
	39	18	583301	6456	0.01
	40	19	139433	1882	0.01
	41	20	204982	3124	0.02
	42	22	146560	5471	0.04
	43	23	389109	7869	0.02
	44	25	395036	3319	0.01
	45	27	295463	5035	0.02
	46	29	411845	7497	0.02
	47	31	212938	933	0.00
	April	48	1	527459	5017
49		5	543434	6162	0.01
50		6	570753	7873	0.01
51		7	290832	2577	0.01
52		8	192698	4032	0.02
53		9	514363	4530	0.01
54		12	284697	1120	0.00
55		13	570427	4694	0.01
56		14	505136	6768	0.01
57		15	131276	1115	0.01
58		16	547060	5187	0.01
59		17	309002	1325	0.00
60		19	391926	2592	0.01
61		20	503625	3506	0.01
62		21	504601	3506	0.01
63		22	240295	1643	0.01
64		23	449624	2350	0.01
65		24	448607	3611	0.01
66		26	593519	2734	0.00
67		27	572883	4679	0.01
68		28	585010	3085	0.01
69		29	191114	769	0.00
70		30	566454	3031	0.01

Tabel 5. Perhitungan CL, UCL, dan UWL (Lanjutan)

Mei	71	3	408301	2541	0.01	
	72	4	569789	3411	0.01	
	73	5	357234	4598	0.01	
	74	6	622133	9240	0.01	
	75	7	553220	3531	0.01	
	76	8	167568	1166	0.01	
	77	10	363561	1757	0.00	
	78	11	594165	9145	0.02	
	79	17	614326	6607	0.01	
	80	18	623702	3632	0.01	
	81	19	598984	4762	0.01	
	82	20	611800	3855	0.01	
	83	21	580483	3966	0.01	
	84	22	634434	3511	0.01	
	85	24	400511	2423	0.01	
	86	25	632880	4943	0.01	
	87	27	602431	5143	0.01	
	88	28	260959	2404	0.01	
	89	29	614046	3691	0.01	
	90	31	581772	7569	0.01	
	Juni	91	2	375696	2639	0.01
		92	3	500282	3689	0.01
		93	4	368175	2598	0.01
		94	5	375277	2755	0.01
		95	8	235783	4635	0.02
		96	9	372812	3891	0.01
		97	10	374368	2986	0.01
		98	12	91947	1229	0.01
		99	14	168139	2125	0.01
		100	15	153323	1559	0.01
101		16	235660	1615	0.01	
102		17	140343	2076	0.01	
103		18	124915	2243	0.02	
104		19	122113	677	0.01	
105		21	341741	1773	0.01	
106		22	173670	3431	0.02	
107		23	158654	2426	0.02	
108		24	194804	2952	0.02	
109		28	185453	1550	0.01	
110		30	179283	1624	0.01	

Tabel 5. Perhitungan CL, UCL, dan UWL (Lanjutan)

Juli	111	7	89039	476	0.01	
	112	8	181359	1047	0.01	
	113	9	149925	2102	0.01	
	114	13	159213	1173	0.01	
	115	15	166429	743	0.00	
	116	17	125519	2698	0.02	
	117	19	116682	918	0.01	
	118	22	238935	3258	0.01	
	119	23	370625	2096	0.01	
	120	24	133633	824	0.01	
	121	26	105875	1454	0.01	
	122	27	186437	2688	0.01	
	123	28	147319	2833	0.02	
	124	29	322414	2459	0.01	
	125	30	290118	1275	0.00	
	Agustus	126	2	220178	1693	0.01
		127	3	222262	2037	0.01
		128	4	391555	3263	0.01
		129	6	378828	2620	0.01
		130	9	354523	2700	0.01
		131	10	278524	1137	0.00
		132	12	131835	1117	0.01
		133	13	161429	1154	0.01
		134	14	147667	1577	0.01
		135	16	150339	1421	0.01
		136	18	125382	996	0.01
		137	19	246841	1662	0.01
		138	20	220092	2225	0.01
		139	21	146167	1519	0.01
		140	23	172715	1549	0.01
141		24	192631	2352	0.01	
142		25	283462	2032	0.01	
143		26	184141	1788	0.01	

Tabel 5. Perhitungan CL, UCL, dan UWL (Lanjutan)

September	144	1	147667	2899	0.02	
	145	2	65820	712	0.01	
	146	3	332294	2585	0.01	
	147	6	93906	1522	0.02	
	148	7	178367	1476	0.01	
	149	8	224223	2036	0.01	
	150	9	112415	1881	0.02	
	151	13	100255	595	0.01	
	152	14	159944	1537	0.01	
	153	15	137298	1273	0.01	
	154	16	238172	2385	0.01	
	155	17	110834	1582	0.01	
	156	18	262674	1851	0.01	
	157	20	160880	1158	0.01	
	158	21	229001	1369	0.01	
	159	22	133194	1073	0.01	
	160	24	162632	1715	0.01	
	161	25	123913	1504	0.01	
	162	27	164793	6187	0.04	
	163	28	109382	3041	0.03	
	164	29	247275	11485	0.05	
	165	30	219316	3682	0.02	
	Oktober	166	1	176845	1194	0.01
		167	2	116946	1041	0.01
		168	4	120389	1129	0.01
		169	5	130494	1400	0.01
		170	6	393062	1984	0.01
		171	7	138535	1134	0.01
		172	8	229822	2329	0.01
		173	13	107965	1792	0.02
174		14	318742	2951	0.01	
175		15	304198	2849	0.01	
176		18	334072	4081	0.01	
177		19	37261	1250	0.03	
178		21	210983	1075	0.01	
179		22	82801	386	0.00	
180		23	187576	648	0.00	
181		25	180736	1815	0.01	
182		26	166196	1544	0.01	
183		27	332783	2122	0.01	
184		28	385261	3135	0.01	
185		29	177024	1152	0.01	
186		30	328196	5184	0.02	

Tabel 5. Perhitungan CL, UCL, dan UWL (Lanjutan)

November	187	1	133130	1975	0.01				
	188	2	171187	1914	0.01				
	189	3	255731	3228	0.01				
	190	4	418248	4215	0.01				
	191	5	198688	1435	0.01				
	192	6	162683	1142	0.01				
	193	10	383249	3689	0.01				
	194	12	216583	1978	0.01				
	195	13	223993	2421	0.01				
	196	15	210832	1734	0.01				
	197	16	197623	1669	0.01				
	198	17	316659	2807	0.01				
	199	18	223354	1719	0.01				
	200	19	174771	1720	0.01				
	201	22	201099	1971	0.01				
	202	23	251250	2100	0.01				
	203	24	165940	1640	0.01				
	204	25	202407	1419	0.01				
	205	26	137762	995	0.01				
	206	27	340082	1352	0.00				
	207	29	178487	1530	0.01				
	208	30	218662	2345	0.01				
	Desember	209	1	148921	696	0.00			
		210	2	369501	4249	0.01			
		211	3	165415	2374	0.01			
		212	4	138453	1621	0.01			
		213	6	199505	4181	0.02			
		214	7	182052	3018	0.02			
		215	9	390400	1295	0.00			
216		10	98249	717	0.01				
217		11	95744	659	0.01				
218		14	371326	3823	0.01				
219		16	379410	3832	0.01				
220		17	179412	1952	0.01				
221		20	240960	11602	0.05				
222		21	366831	4958	0.01				
223		22	357408	4068	0.01				
224		23	232876	1268	0.01				
225		24	214821	2482	0.01				
226		25	143392	3746	0.03				
227		27	318419	1771	0.01				
228		28	99015	901	0.01				
229		29	362203	1822	0.01	0.01	0.03	0.02	
Total			56428561	564442	2.24				

Diketahui nilai CL, UCL, dan UWL untuk data *reject* produksi secara berturut-turut yaitu 0,01; 0,03; dan 0,02.

Nilai *Control Limit* (CL) diperoleh dari perhitungan sebagai berikut:

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{564442}{56428561} = 0,01$$

Nilai *Upper Control Limit* (UCL) diperoleh dari perhitungan sebagai berikut:

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{N}}$$

$$UCL = 0,010951 + 3 \sqrt{\frac{0,010951 (1 - 0,010951)}{229}} = 0,03$$

Nilai *Upper Warning Limit* (UWL) diperoleh dari perhitungan sebagai berikut:

$$UWL = \bar{p} + 2 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{N}}$$

$$UWL = 0,010951 + 2 \sqrt{\frac{0,010951 (1 - 0,010951)}{229}} = 0,02$$

Keterangan:

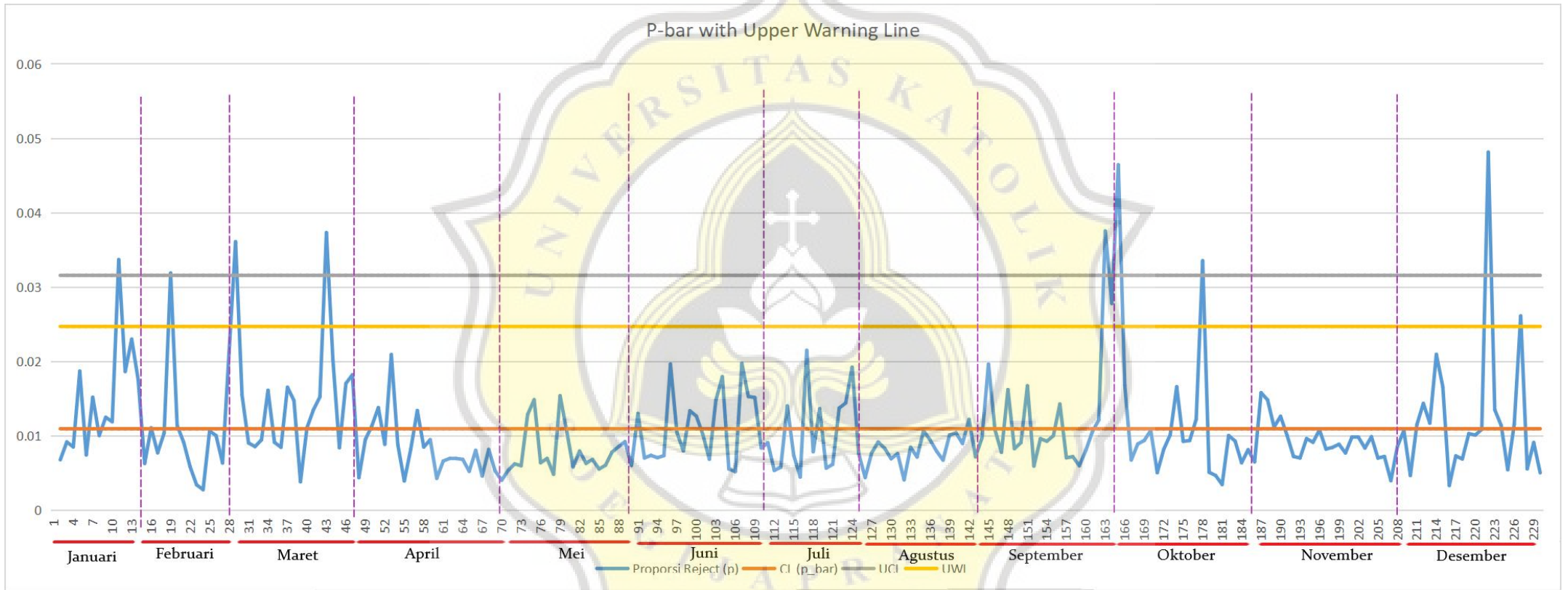
n = jumlah produksi

np = jumlah produk rusak

\bar{p} = proporsi kerusakan

N = jumlah data

Hasil perhitungan tersebut kemudian dibuat visualnya *p-control chart* yang dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. *P*-control chart Produk Reject Rusak Mesin

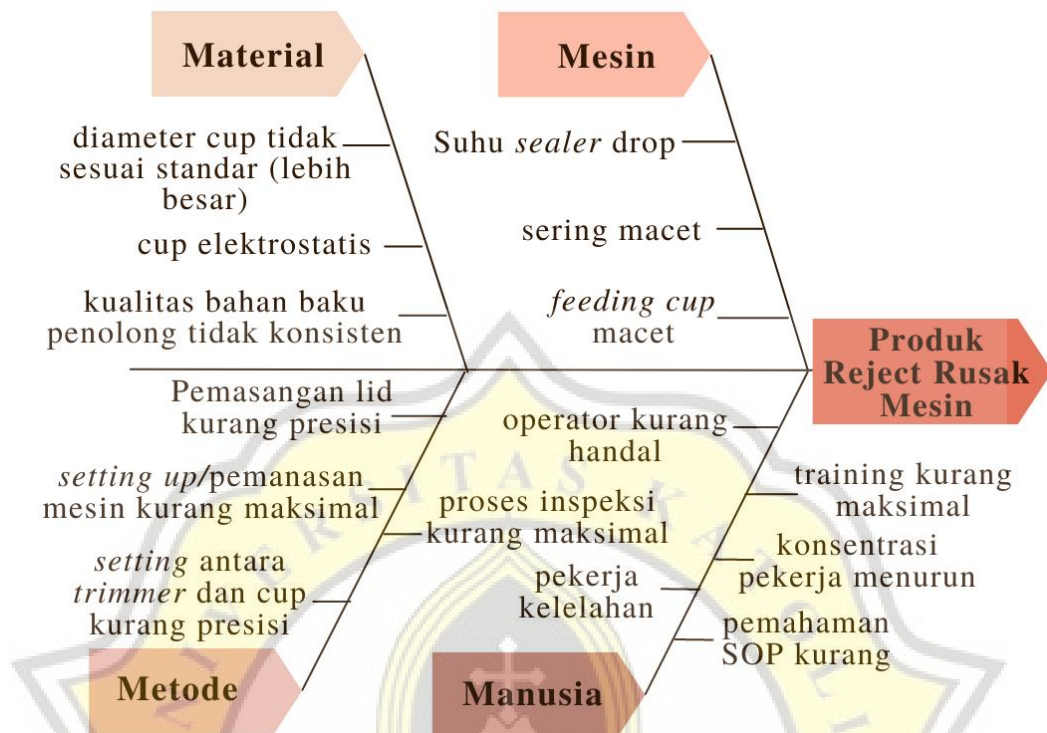
Pada Gambar 14. tersebut diketahui bahwa garis berwarna jingga merupakan garis CL, garis kuning untuk UWL, garis abu-abu untuk UCL, dan garis biru untuk proporsi kerusakan produk.

Berdasarkan hasil pemetaan data sampel menggunakan *p-control chart* ditemukan bahwa proses produksi selama tahun 2021 masih belum terkendali. Hal ini ditandai dengan adanya 8 titik yang melampaui garis UCL tersebar di bulan Januari, Februari, Maret, September, Oktober, dan Desember dan 2 titik yang melampaui garis UWL pada bulan September dan Desember. Penyimpangan tertinggi terhadap UCL terjadi di bulan Desember sedangkan terendahnya pada bulan Februari. Pada Gambar 14. juga diketahui bahwa pada bulan April-Agustus tidak terjadi penyimpangan sama sekali atau dapat dikatakan pada bulan tersebut proses produksi masih dalam kendali.

3.4. *Fishbone Diagram* Produk Rusak Mesin

Hasil analisis menggunakan *tools SPC Fishbone Diagram* digunakan untuk mempermudah dalam memahami faktor serta penyebab tingginya produk *reject* “Rusak Mesin”. Hasil analisis *Fishbone Diagram* ini dibuat berdasarkan hasil wawancara dengan karyawan di departemen produksi dan *Quality Control*, laporan notulensi rapat departemen, serta temuan pustaka.

Fishbone Diagram untuk memahami penyebab serta faktor-faktor yang mempengaruhi tingginya jumlah produk rusak mesin dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Cause-Effect Diagram Produk Reject Rusak Mesin

Berdasarkan Gambar 11. dapat diketahui bahwa tingginya jumlah produk rusak mesin di CV. XYZ dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti manusia yang kelelahan dan tidak fokus saat bekerja, mesin yang sering macet, material bahan baku penolong/bahan pengemas elektrostatis, dan metode dalam melakukan setting beberapa komponen mesin yang kurang presisi.

3.5. Tindakan Korektif Produk *Reject Rusak Mesin*

Guna menjamin mutu produknya, CV. XYZ melakukan diskusi untuk mencari akar permasalahan apabila ditemukan banyaknya jumlah produk rusak dan harus di-*reject*. Tindakan korektif ini berfokus pada pencegahan agar permasalahan yang sudah terjadi tidak terus berulang di kemudian hari. Berdasarkan dokumen tertulis dan hasil wawancara dengan karyawan departemen produksi tindakan korektif yang sudah dilakukan oleh CV. XYZ dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Tindakan Korektif di CV. XYZ

No.	Jenis Kerusakan	Penyebab	Tindakan Korektif
1.	<i>Lid</i> miring	<ul style="list-style-type: none"> - Pemasangan antara <i>lid</i> dan cup kurang presisi - Operator kurang terampil - Penumpukan sisa potongan <i>lid</i> menumpuk dan tersangkut sehingga posisi <i>lid</i> tergeser 	<ul style="list-style-type: none"> - Membuat SOP untuk petugas operator produksi dimulai dari persiapan hingga proses produksi selesai. - Melakukan pemasangan/setting up mesin sebelum proses produksi dimulai. - Memberikan <i>training</i> pada petugas operator produksi - Petugas operator produksi yang masih baru harus didampingi oleh petugas yang lebih berpengalaman. - Sisa potongan <i>lid</i> segera dilepas/dibuang sebelum menumpuk banyak.
2.	<i>Trimming</i> tidak rapi	<ul style="list-style-type: none"> - Pemasangan antara pisau <i>trimming</i> dan cup kurang presisi - Diameter cup terlalu besar/kecil - Pisau <i>trimmer</i> sudah tumpul 	<ul style="list-style-type: none"> - Membuat SOP untuk petugas operator produksi dimulai dari persiapan hingga proses produksi selesai. - Memberikan <i>training</i> pada petugas operator produksi - Petugas operator produksi yang masih baru harus didampingi oleh petugas yang lebih berpengalaman. - Melakukan pemasangan/setting up mesin sebelum proses produksi dimulai - Melakukan sampling cup dari <i>supplier</i> sebelum digunakan untuk produksi. - Memastikan cup dari <i>supplier</i> sesuai dengan CoA (Certificate of Analysis) - Me-<i>reject</i> cup dari <i>supplier</i> yang tidak sesuai dengan CoA atau standar perusahaan.

3.	<i>Sealing lid</i> tidak rata /bergelembung	Suhu saat <i>sealing</i> kurang tinggi	- Membuat SOP untuk petugas operator produksi dimulai dari persiapan hingga proses produksi selesai.
4	Cup meleleh	Suhu saat <i>sealing</i> terlalu tinggi	- Memastikan <i>setting</i> suhu <i>heater</i> sudah sesuai standar sebelum proses produksi dimulai. - Melakukan pemasangan/ <i>setting up</i> mesin sebelum proses produksi dimulai

Pada Tabel 6. tersebut diketahui tindakan koreksi yang sudah dilakukan oleh CV. XYZ seperti memusnahkan produk yang tidak sesuai dengan standar. Sedangkan tindakan korektif yang sudah dilakukan oleh perusahaan seperti membuat SOP kerja serta melakukan pemeriksaan awal sebelum mesin produksi beroperasi.

3.6. *Check Sheet* Parameter Mutu Kimia dan Fisika Produk Akhir

Check sheet ini berisi data hasil pengukuran parameter mutu kimia dan fisika produk akhir pada tiap *shift* di setiap harinya selama tahun 2021. Parameter-parameter tersebut berupa pH, suhu, TDS, dan *hardness*. Pengambilan sampel produk akhir dilakukan sebanyak 1 kali pada setiap *shift* dan biasa dilakukan diawal proses produksi. Pada setiap *shift* memiliki jumlah data yang berbeda-beda menyesuaikan dengan jadwal produksi.

3.6.1. *Check Sheet* Parameter pH

Check sheet lengkap parameter pH *shift* 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada bab lampiran. Nilai rentang serta rata-rata pengukuran pH produk akhir dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. pH Produk Akhir

Shift	Hasil Pengukuran pH	Rata-rata	Jumlah Data
1	6,09-7,90	7,13	166
2	6,18-7,82	7,13	182
3	6,56-7,64	6,93	51

Pada Tabel 7. rentang hasil pengukuran pH produk akhir pada *shift* 1-3 masih memenuhi standar SNI. Rata-rata hasil pengujian pH di *shift* 1 dan 2 sama yaitu 7,13 sedangkan rata-rata hasil pengukuran pH di *shift* 3 yaitu 6,93.

3.6.2. Check Sheet Parameter Suhu

Check sheet lengkap parameter suhu *shift* 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada bab lampiran. Nilai rentang serta rata-rata pengukuran suhu produk akhir dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Suhu Produk Akhir

Shift	Hasil Pengukuran Suhu	Rata-rata	Jumlah Data
1	19°C -26,1°C	23,0°C	158
2	20°C -26,6°C	24,2°C	171
3	22.0°C-25,6°C	23,9°C	49

Pada Tabel 8. diketahui *shift* 2 memiliki rata-rata tertinggi yaitu 24,2°C sedangkan terendahnya terdapat di *shift* 1 yaitu 23,0°C.

3.6.3. Check Sheet Parameter TDS

Check sheet lengkap parameter TDS *shift* 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada bab lampiran. Nilai rentang serta rata-rata pengukuran TDS produk akhir dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. TDS Produk Akhir

Shift	Hasil Pengukuran TDS	Rata-rata	Jumlah Data
1	104-171 mg/L	134,44 mg/L	158
2	102-167 mg/L	131,63 mg/L	171
3	106-170 mg/L	143,10 mg/L	49

Pada Tabel 9. diketahui rentang hasil pengukuran TDS produk akhir pada *shift* 1-3 masih memenuhi standar SNI. Rata-rata pengukuran TDS tertinggi terdapat pada *shift* 3 yaitu 143,10 mg/L sedangkan rata-rata terendah terdapat pada *shift* 2 yaitu 131,63 mg/L.

3.6.4. Check Sheet Parameter Hardness

Check sheet lengkap hasil pengujian *hardness shift* 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada bab lampiran. Rata-rata serta rentang pengukuran nilai *hardness* pada *shift* 1-3 dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. *Hardness* Produk Akhir

<i>Shift</i>	Hasil Pengukuran <i>Hardness</i>	Rata-rata	Jumlah Data
1	60-84 mg/L	73,08 mg/L	148
2	68-80 mg/L	73,33 mg/L	165
3	72-76 mg/L	74,20 mg/L	51

Pada Tabel 10. diketahui rentang hasil pengukuran *hardness* produk akhir pada *shift* 1-3 masih memenuhi standar SNI. Diketahui bahwa rata-rata tertinggi pada pengukuran nilai *hardness* terdapat pada *shift* 3 yaitu 74,20 mg/L sedangkan rata-rata terendah terdapat pada *shift* 1 yaitu 73,08 mg/L.

3.7. Control Chart Parameter Mutu Kimia dan Fisika

Jenis *control chart* yang digunakan untuk menganalisis data parameter mutu kimia dan fisika yaitu I-MR Chart (*Individual Moving Range Chart*).

Pembuatan I-MR *control chart* diawali dengan menghitung batas-batas kendali (CL, UCL, dan LCL) untuk melihat apakah proses penjaminan mutu yang telah dilakukan berada pada kondisi yang terkendali atau tidak.

3.7.1. Hasil Perhitungan I-MR Control Chart Parameter pH

Pembuatan I-MR diawali dengan mencari nilai *moving range* pada data. Nilai MR ini diperoleh dengan cara sebagai berikut:

$$MR_i = |x_i - x_{i-1}|$$

$$MR_1 = |x_2 - x_{2-1}|$$

$$MR_1 = |7,61 - 7,44|$$

$$MR_1 = 0,17$$

Perhitungan nilai MR dilakukan hingga hari paling akhir yang ada pada sampel data (nilai sampel data paling akhir) untuk semua data yang telah dikumpulkan. Kemudian rata-rata MR (\bar{MR}) juga dihitung untuk mencari nilai CL, UCL, dan LCL pada I-MR chart.

Diketahui nilai \bar{MR} pada data parameter pH di *shift* 1 yaitu 0,13 yang diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$\bar{MR} = \frac{\sum MR_i}{(n - 1)} = \frac{21,61}{(166 - 1)} = \frac{21,61}{165} = 0,13$$

$$\bar{MR} = 0,13$$

$$\bar{MR} = CL_{\bar{MR}}$$

Hasil perhitungan \bar{MR} kemudian digunakan untuk mencari nilai $UCL_{\bar{MR}}$ dan $LCL_{\bar{MR}}$. Diketahui nilai $UCL_{\bar{MR}}$ pada data parameter pH di *shift* 1 yaitu 0,43 dan nilai $LCL_{\bar{MR}}$ yaitu 0.

Nilai $UCL_{\bar{MR}}$ dan $LCL_{\bar{MR}}$ tersebut diperoleh dengan cara sebagai berikut:

$$UCL_{\bar{MR}} = D4 \times \bar{MR}$$

$$UCL_{\bar{MR}} = 3,27 \times 0,13$$

$$UCL_{\bar{MR}} = 0,4251 = 0,43$$

$$LCL_{\bar{MR}} = D3 \times \bar{MR}$$

$$LCL_{\bar{MR}} = 0 \times 0,13$$

$$LCL_{\bar{MR}} = 0$$

Angka 3,27 dan 0 merupakan konstanta untuk MR chart *two successive*.

Diketahui nilai $CL_{\bar{x}}$, $UCL_{\bar{x}}$, dan $LCL_{\bar{x}}$ pada data pH *shift* 1 yaitu 7,13; 7,48; dan 6,78. Nilai-nilai tersebut diperoleh dengan cara sebagai berikut:

$$CL_{\bar{x}} = \frac{\text{total hasil pengukuran sampel}}{\text{jumlah sampel}}$$

$$CL_{\bar{x}} = \frac{1183}{166} = 7,1265 = 7,13$$

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{x} + 3 \frac{M\bar{R}}{D2}$$

$$UCL_{\bar{x}} = 7,13 + 3 \frac{0,13}{1,128}$$

$$UCL_{\bar{x}} = 7,4757 = 7,48$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{x} - 3 \frac{M\bar{R}}{D2}$$

$$LCL_{\bar{x}} = 7,13 - 3 \frac{0,13}{1,128}$$

$$LCL_{\bar{x}} = 6,7842 = 6,78$$

Angka 1,128 merupakan konstanta untuk *Individual Chart*.

Perhitungan untuk mencari nilai MR, UCL, dan LCL pada I-MR chart juga dilakukan untuk setiap data yang telah dikumpulkan. Sedangkan nilai CL sendiri merupakan nilai rata-rata pada hasil pengukuran tiap parameter (I) dan rata-rata nilai MR ($M\bar{R}$) di setiap *shift*-nya atau dapat dikatakan CL sama dengan nilai I dan nilai $M\bar{R}$.

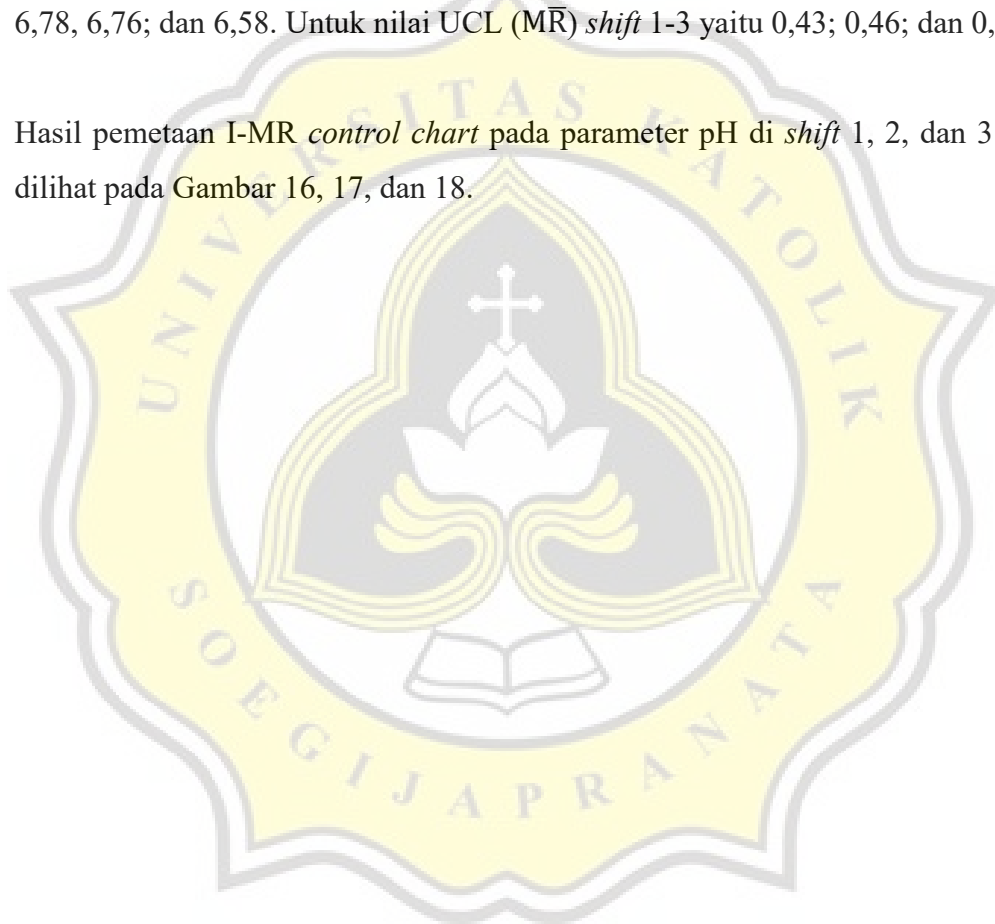
Hasil perhitungan UCL dan LCL pada parameter pH di *shift* 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada Tabel 11.

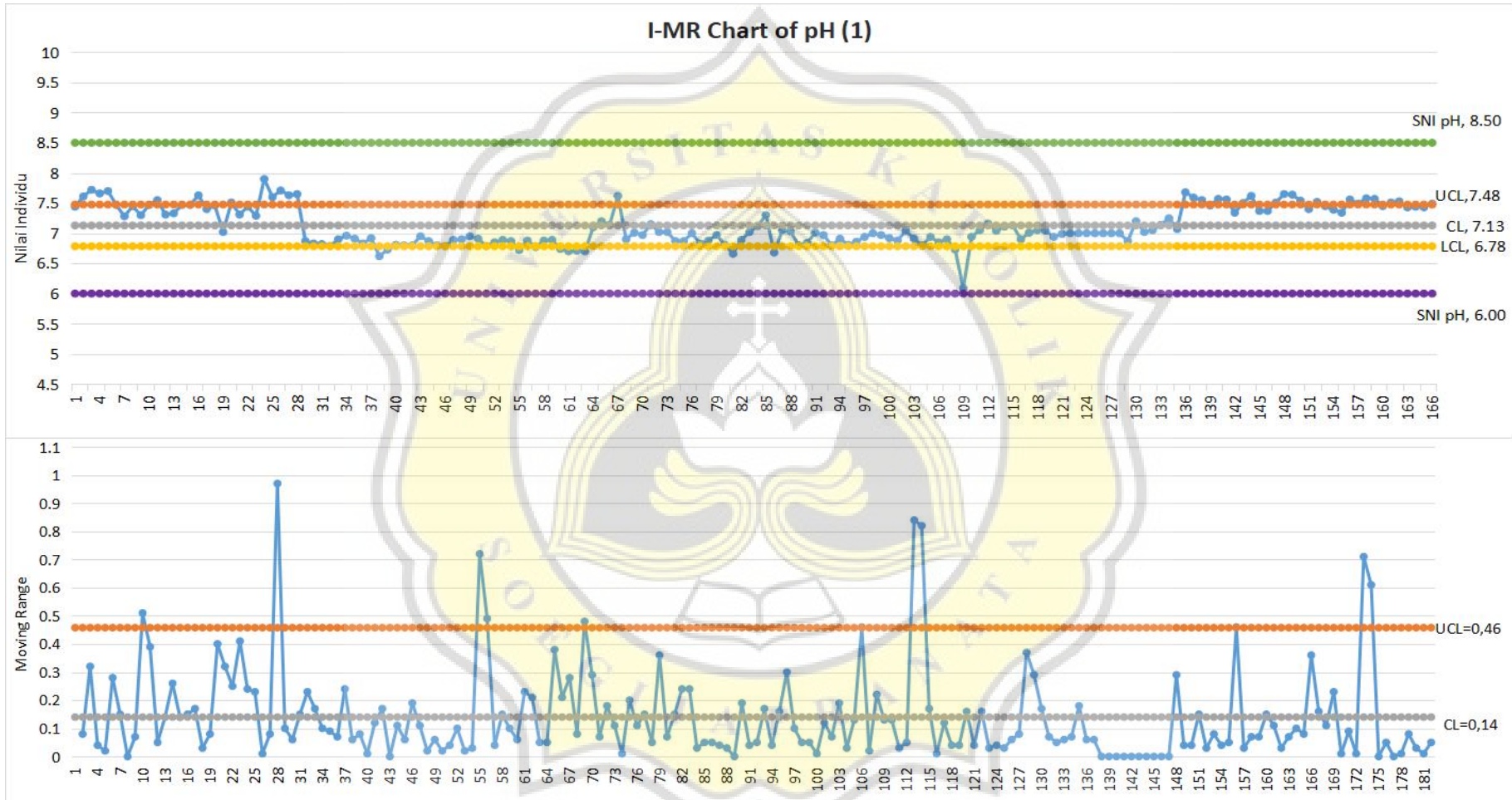
Tabel 11. Hasil Perhitungan I-MR Chart Parameter pH *Shift* 1, 2, dan 3

Parameter	Shift	Individual Chart (I)			MR-chart (\overline{MR})		
		UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL
pH	1	7,48	7,13	6,78	0,43	0,13	0
	2	7,50	7,13	6,76	0,46	0,14	0
	3	7,28	6,93	6,58	0,43	0,13	0

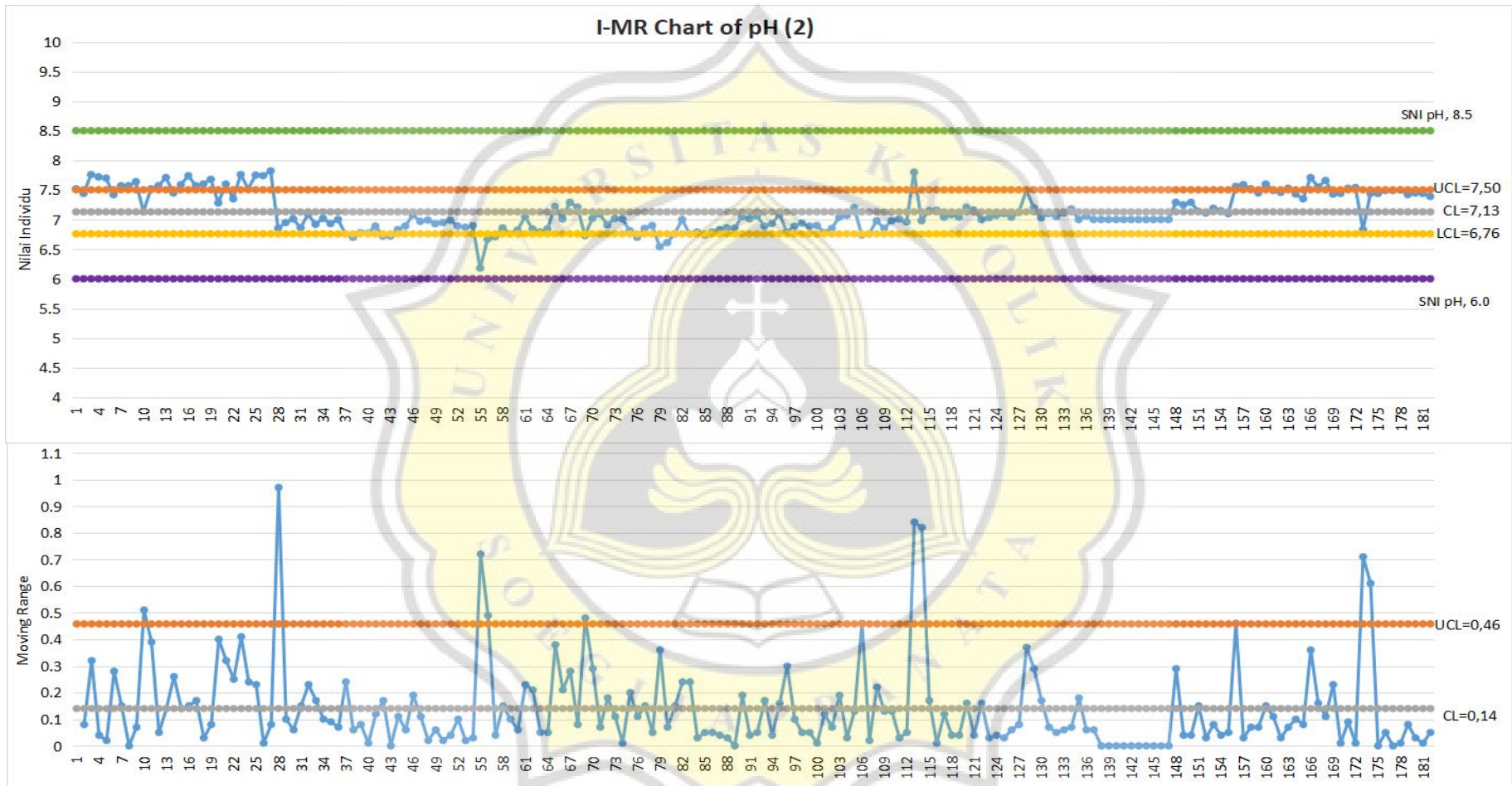
Pada Tabel 11. tersebut diketahui nilai UCL (I) pada *shift* 1-3 secara berturut-turut yaitu 7,48; 7,50; dan 7,28. Sedangkan nilai LCL (I) secara berturut-turut yaitu 6,78, 6,76; dan 6,58. Untuk nilai UCL (\overline{MR}) *shift* 1-3 yaitu 0,43; 0,46; dan 0,43.

Hasil pemetaan I-MR *control chart* pada parameter pH di *shift* 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada Gambar 16, 17, dan 18.

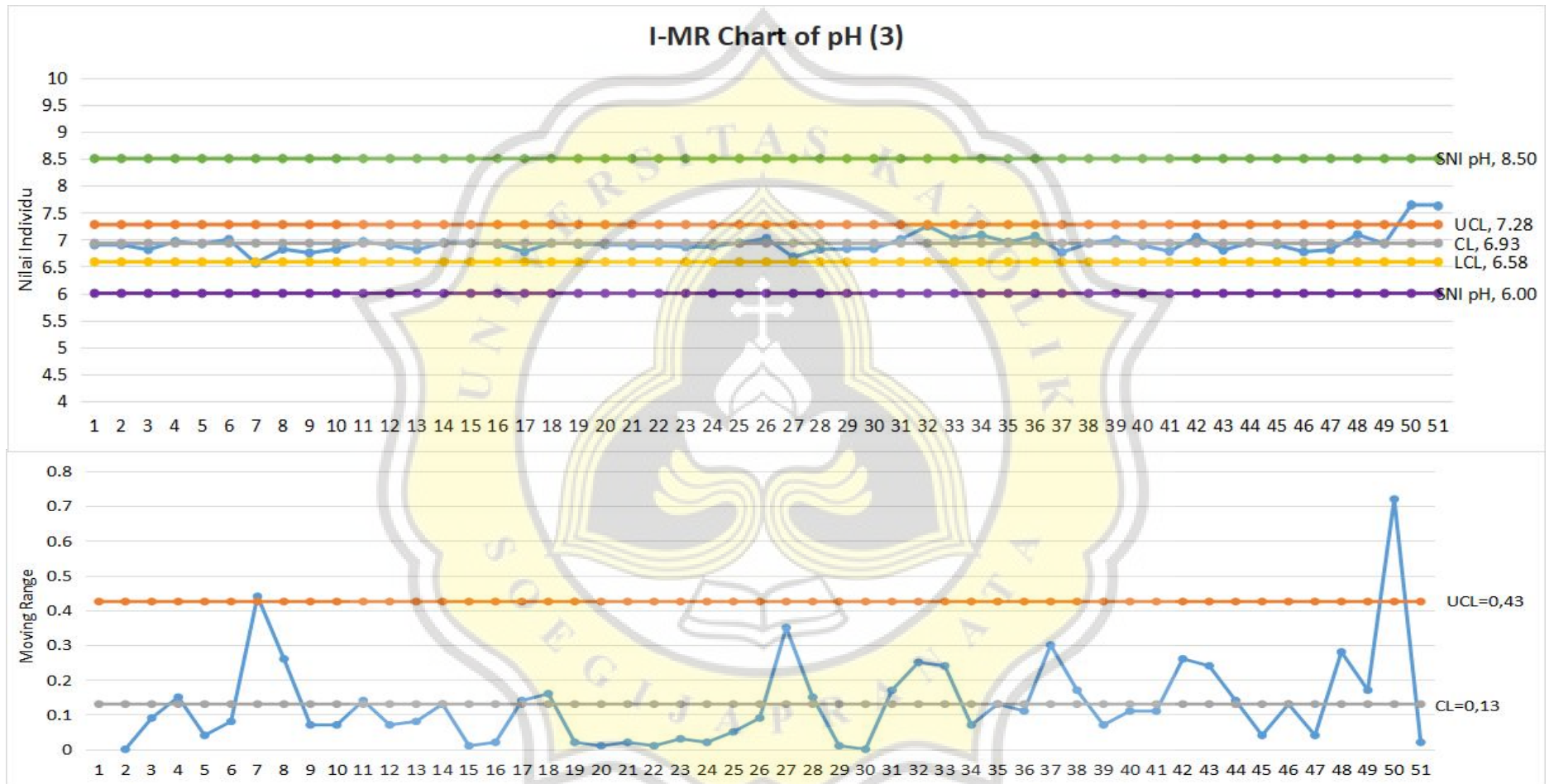




Gambar 16. I-MR Chart pH Shift 1



Gambar 17. I-MR Chart pH Shift 2



Gambar 18. I-MR Chart pH Shift 3

Berdasarkan hasil pemetaan data menggunakan I-MR chart pada parameter pH disemua *shift*, dapat diketahui masih terdapat titik-titik data sampel yang melampaui garis UCL dan LCL walaupun begitu titik-titik tersebut tidak ada yang melampaui garis standar SNI sehingga dapat dikatakan penjaminan mutu terhadap pH sudah baik dan terkendali.

3.7.2. Hasil Perhitungan I-MR Chart Parameter Suhu

Hasil perhitungan UCL dan LCL pada parameter suhu di *shift* 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada Tabel 12.

Cara perhitungan UCL dan LCL untuk pembuatan I-MR chart pada parameter suhu dapat dilihat pada sub-bab 3.7.1.

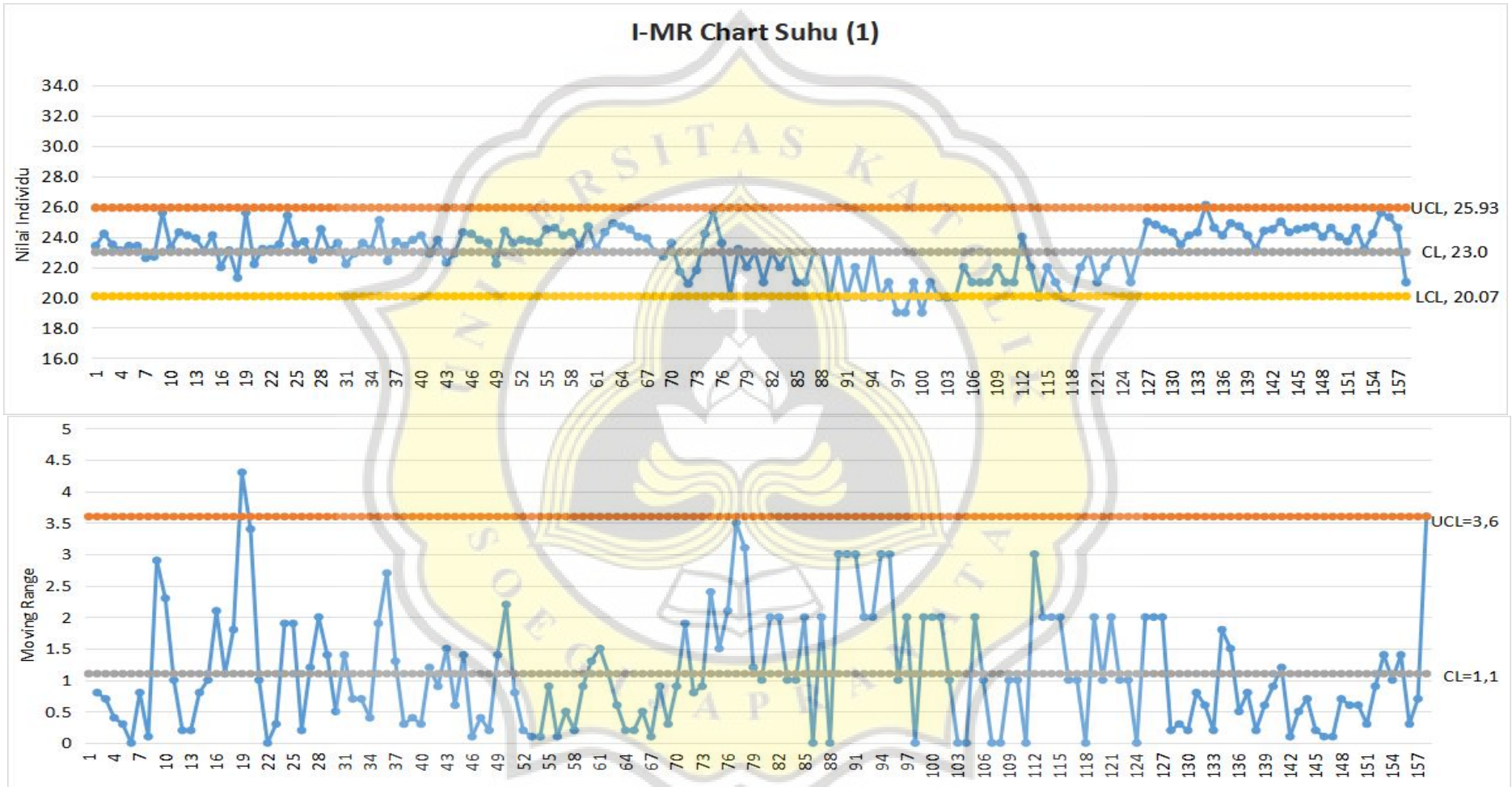
Tabel 12. Hasil Perhitungan I-MR Chart Parameter Suhu *Shift* 1, 2, dan 3

Parameter	<i>Shift</i>	<i>Individual Chart (I)</i>			<i>MR-chart (MR)</i>		
		UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL
Suhu (°C)	1	25,93	23,0	20,07	3,6	1,1	0
	2	26,33	24,2	22,07	2,6	0,8	0
	3	26,03	23,9	21,77	2,6	0,8	0

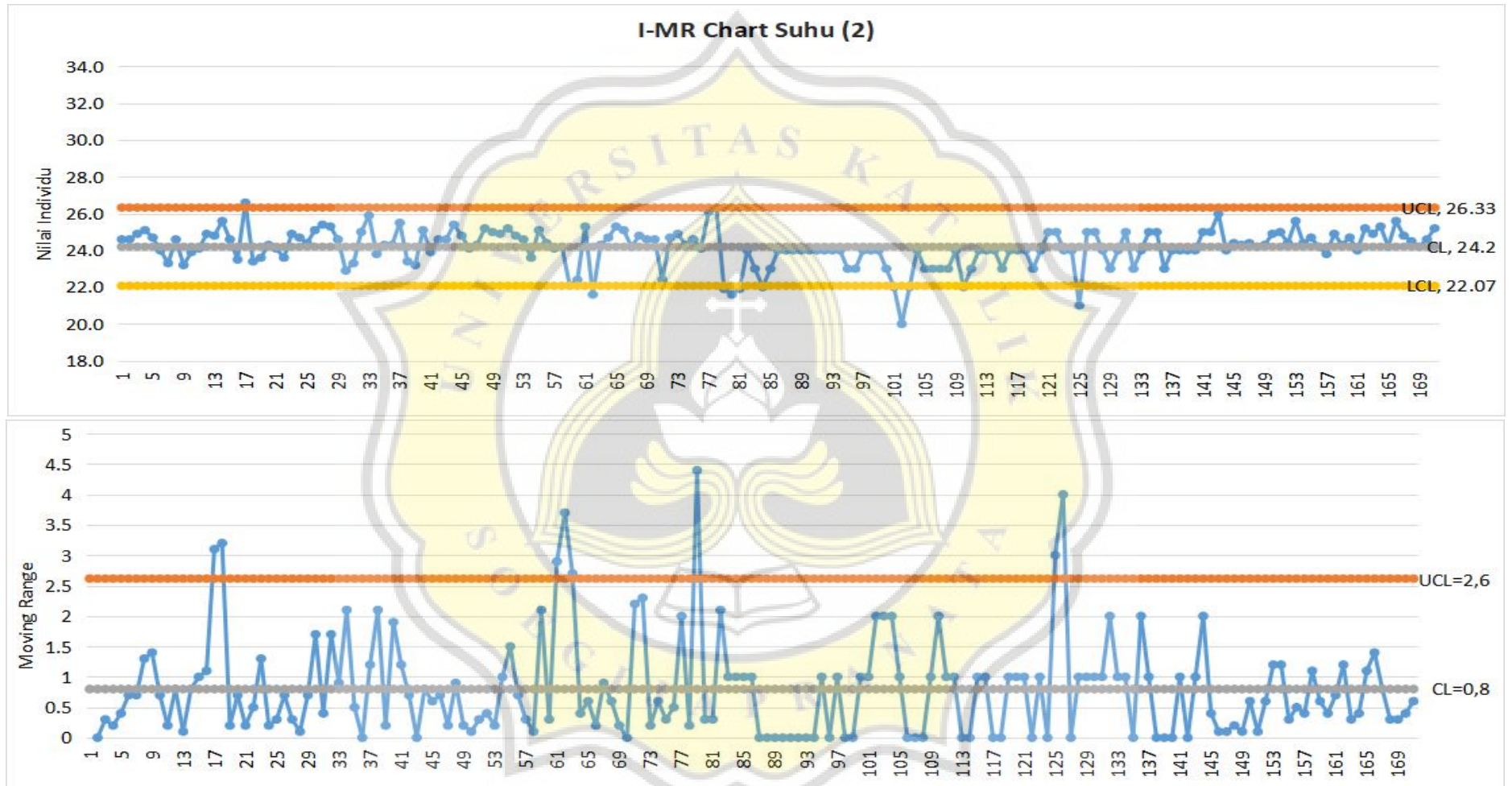
Pada Tabel 12. diketahui nilai UCL (I) pada *shift* 1-3 secara berturut-turut yaitu 25,93°C; 26,33°C; dan 26,03°C. Sedangkan LCL (I) secara berturut-turut yaitu 20,07°C; 22,07°C; dan 21,77°C. Untuk nilai UCL (\overline{MR}) *shift* 1 yaitu 3,6 sedangkan *shift* 1 dan 2 sama yaitu 2,6.

Hasil perhitungan pada Tabel 12. di atas kemudian dibuat dalam bentuk diagram I-MR *control chart* untuk melihat ada atau tidaknya titik data sampel yang melebihi UCL dan LCL.

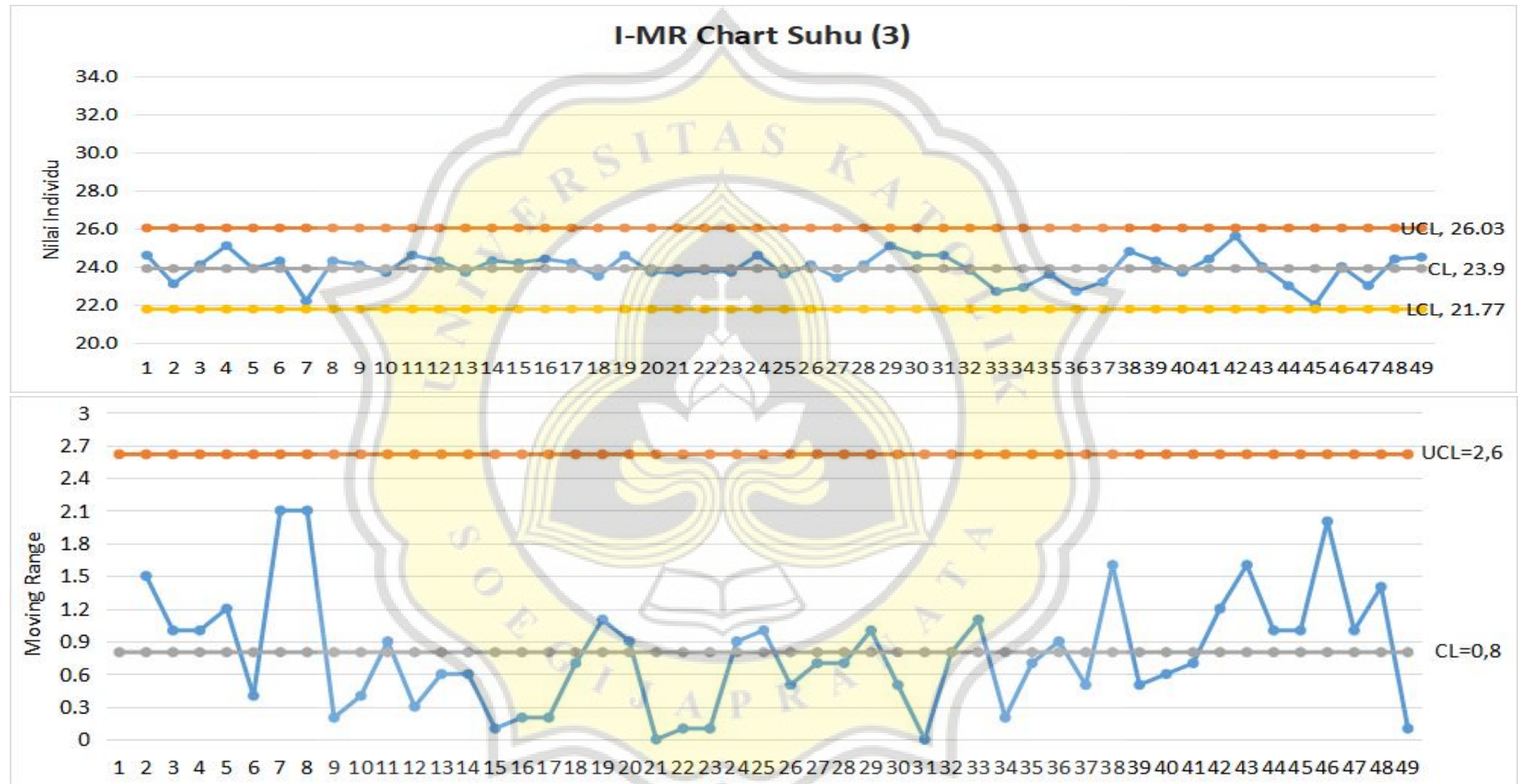
Hasil analisis I-MR *control chart* pada parameter suhu di *shift* 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada Gambar 19, 20, dan 21.



Gambar 19. I-MR Chart Suhu Shift 1



Gambar 20. I-MR Chart Suhu Shift 2

Gambar 21. I-MR Chart Suhu *Shift* 3

Hasil pemetaan I-MR *chart* parameter suhu menunjukkan terdapat titik-titik data sampel yang melampaui garis UCL dan LCL pada *shift* 1 dan 2. Sedangkan untuk *shift* 3, tidak ada titik data sampel yang melampaui garis batas kendali. Pada parameter suhu, titik data yang melampaui garis LCL menunjukkan kualitas produk yang semakin baik. Sedangkan titik data yang melampaui garis UCL tidak dapat disebut sebagai penyimpangan. Sehingga dapat dikatakan penjaminan mutu produk terhadap suhu sudah baik dan terkendali.

3.7.3. Perhitungan I-MR Chart Parameter TDS

Hasil perhitungan nilai UCL dan LCL pada parameter TDS di *shift* 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada Tabel 13.

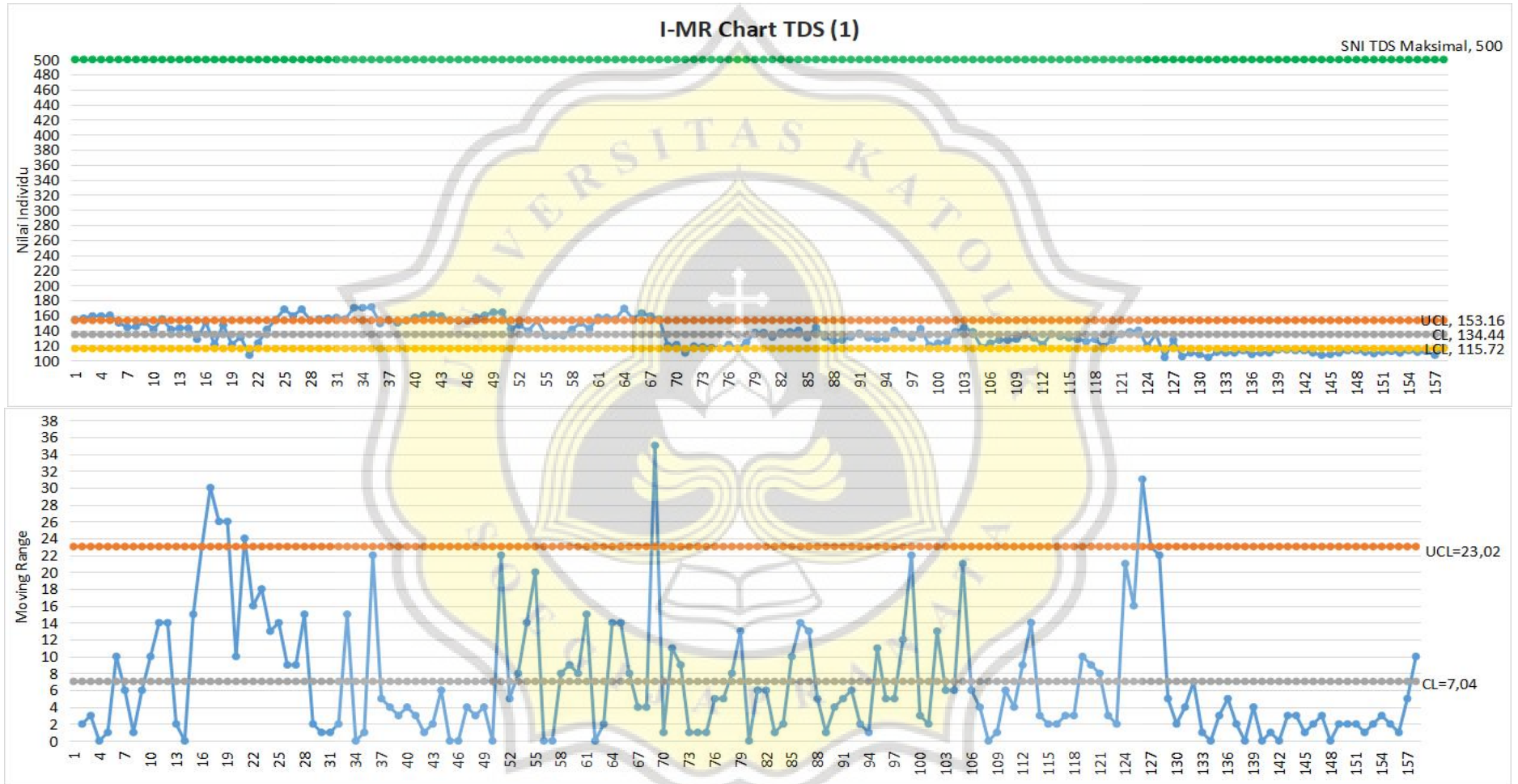
Cara perhitungan UCL dan LCL untuk pembuatan I-MR *chart* pada parameter TDS dapat dilihat pada sub-bab 3.7.1.

Tabel 13. Hasil Perhitungan I-MR Chart Parameter TDS *Shift* 1, 2, dan 3

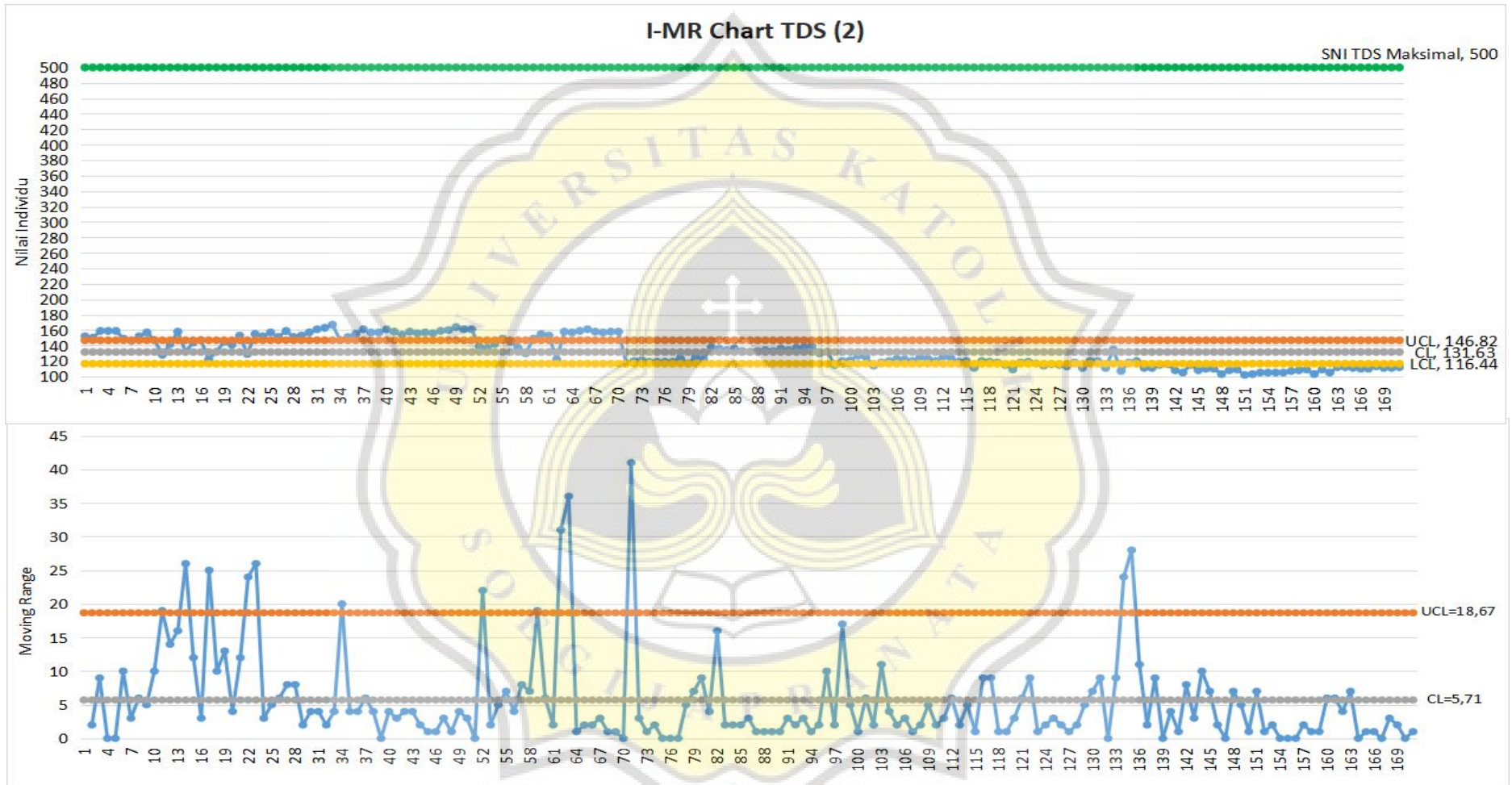
Parameter	Shift	Individual Chart (I)			MR-chart (MR)		
		UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL
TDS (mg/L)	1	153,16	134,44	115,72	23,02	7,04	0
	2	146,82	131,63	116,44	18,67	5,71	0
	3	164,22	143,10	121,98	25,96	7,94	0

Pada tabel tersebut diketahui nilai UCL (I) pada *shift* 1-3 secara berturut-turut yaitu 25,93°C; 26,33°C; dan 26,03°C. Sedangkan LCL (I) secara berturut-turut yaitu 20,07°C; 22,07°C; dan 21,77°C. Untuk nilai UCL (MR) *shift* 1-3 yaitu 3,6; 2,6; dan 2,6

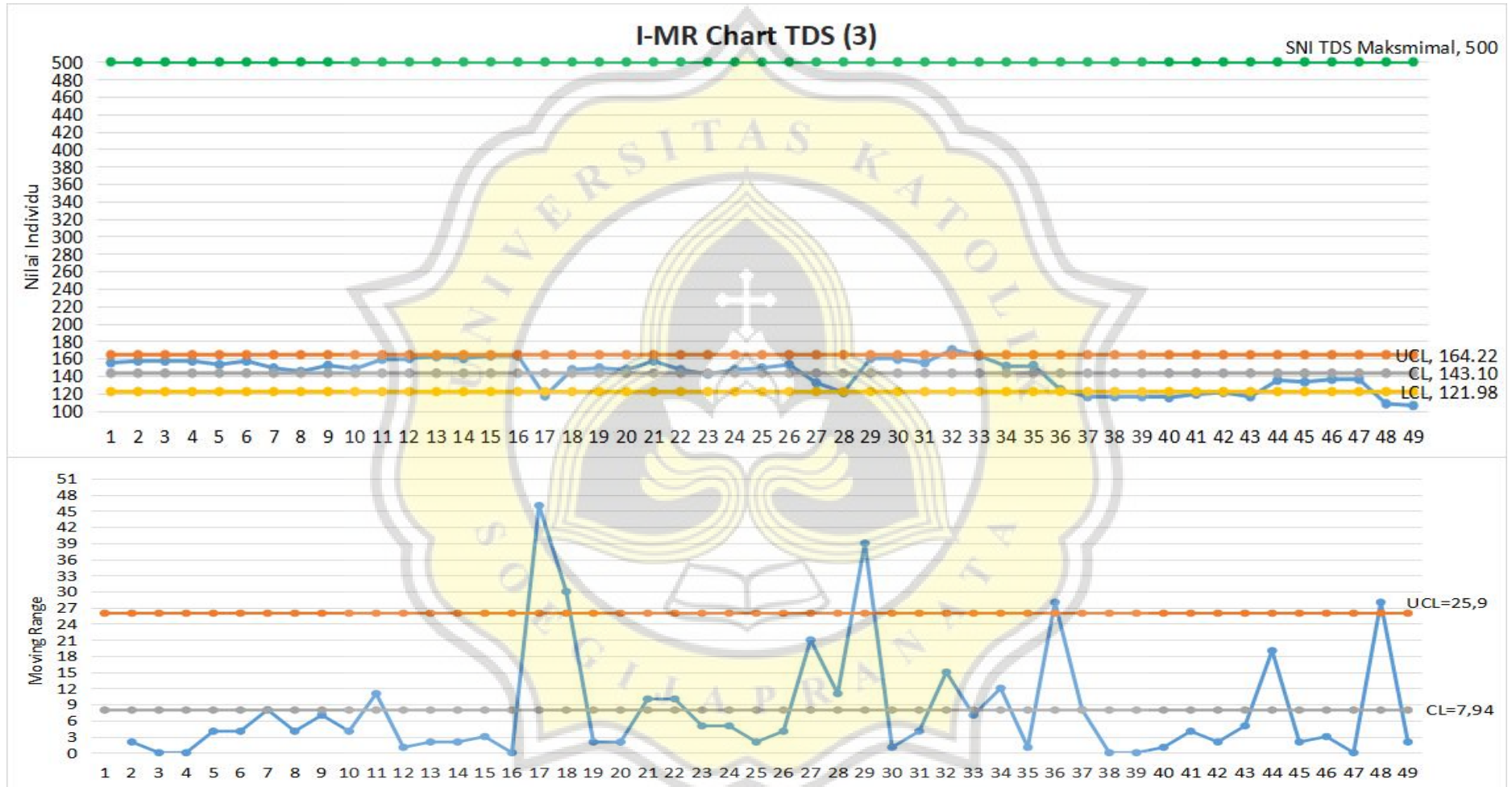
Hasil analisis I-MR *control chart* pada parameter TDS di *shift* 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada Gambar 22, 23, dan 24.



Gambar 22. I-MR Chart TDS Shift 1



Gambar 23. I-MR Chart TDS Shift 2



Gambar 24. I-MR Chart TDS *Shift* 3

Hasil analisis I-MR *control chart* untuk parameter TDS *shift* 1-3 menunjukkan bahwa terdapat titik-titik data sampel yang melampaui UCL dan LCL. Walaupun begitu hasil pengukuran TDS pada *shift* 1-3 masih memenuhi standar SNI. Sehingga dapat dikatakan bahwa tindakan penjaminan mutu produk terhadap TDS sudah baik dan terkendali.

3.7.4. Perhitungan I-MR Chart Parameter *Hardness*

Hasil perhitungan nilai UCL dan LCL pada parameter *hardness* di *shift* 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada Tabel 14.

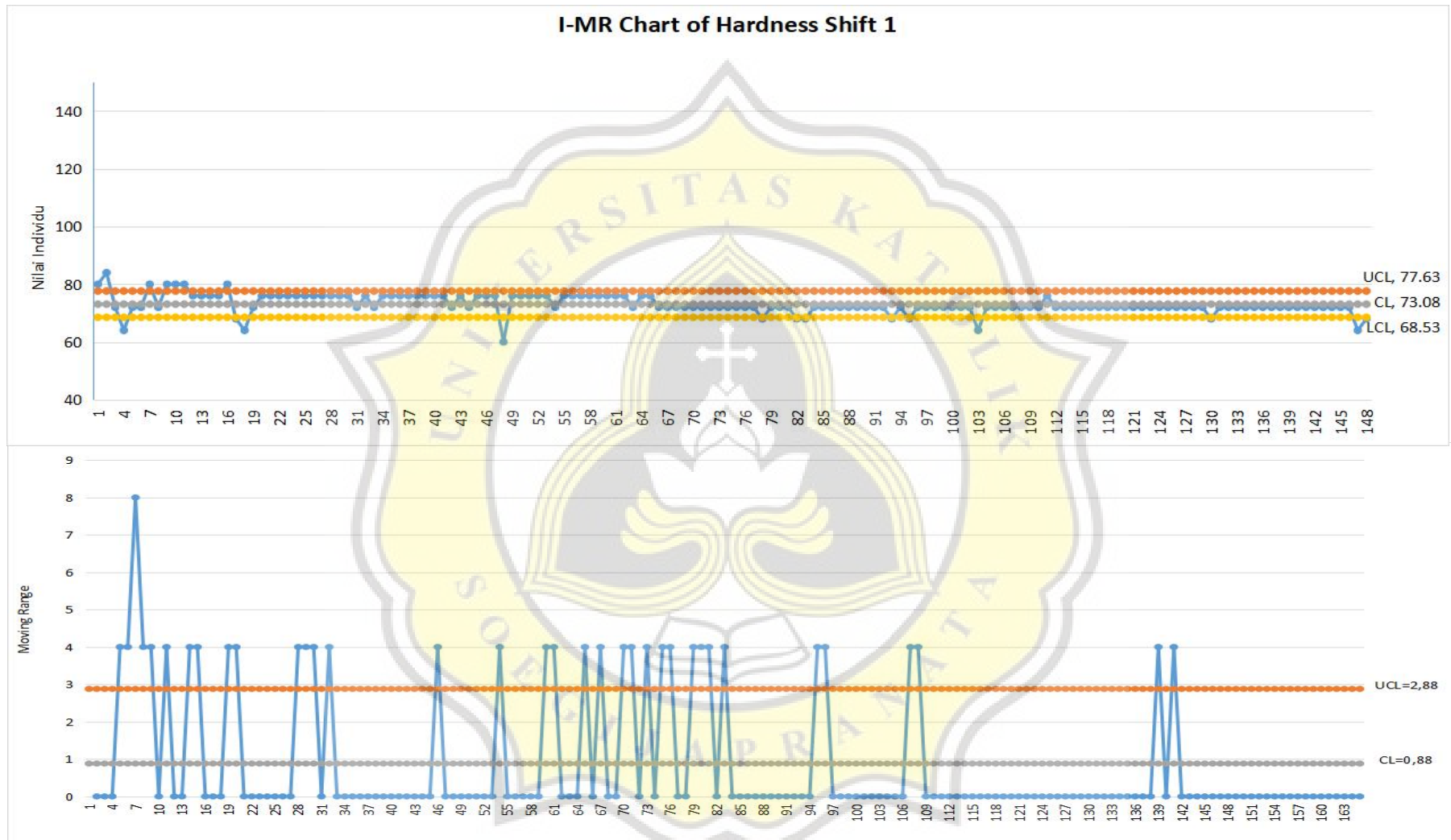
Cara perhitungan UCL dan LCL untuk pembuatan I-MR chart pada parameter *hardness* dapat dilihat pada sub-bab 3.7.1.

Tabel 14. Hasil Perhitungan I-MR Chart Parameter *Hardness Shift* 1, 2, dan 3

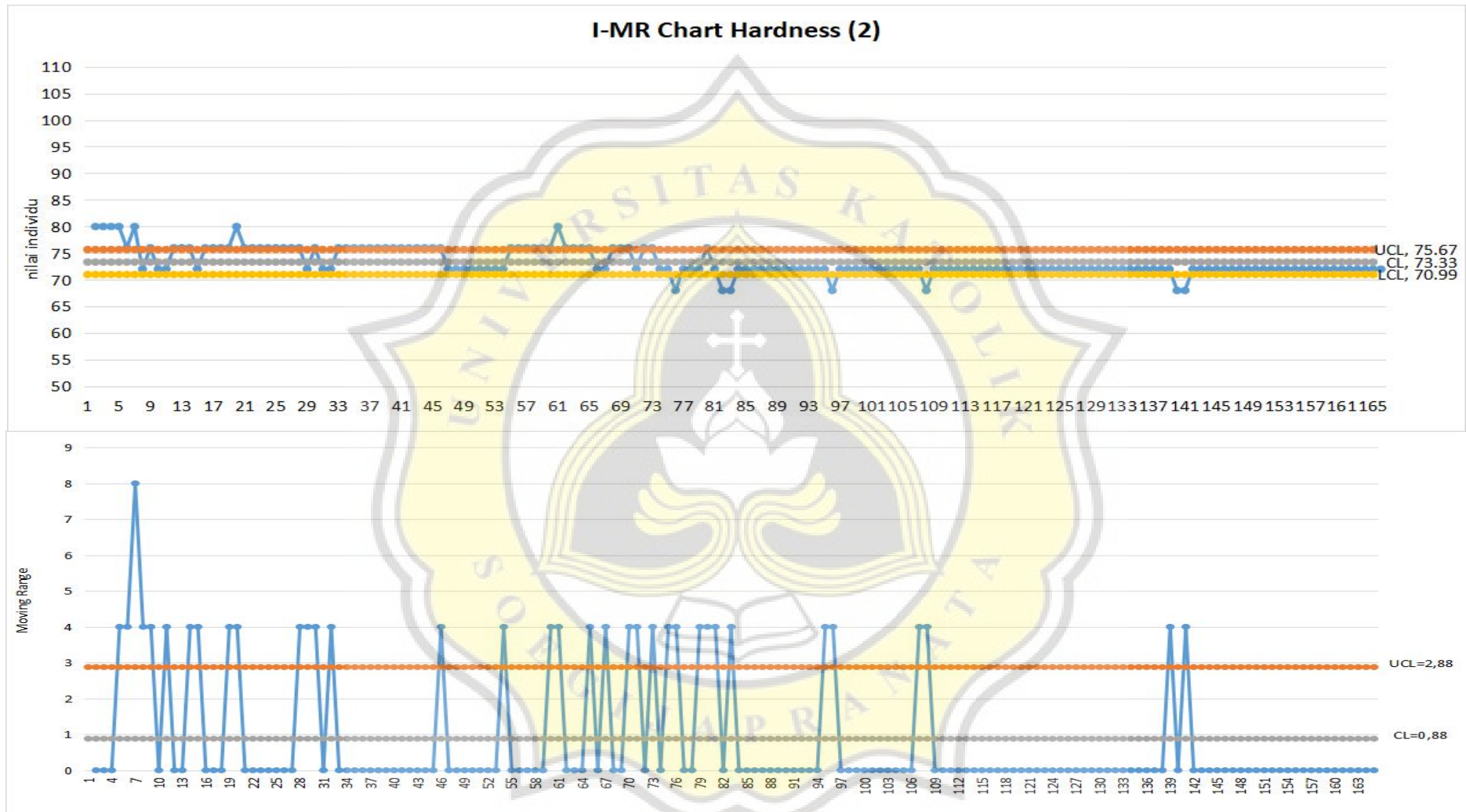
Parameter	Shift	Individual Chart (I)			MR-chart (\overline{MR})		
		UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL
<i>Hardness</i> (mg/L)	1	77,63	73,08	68,53	5,59	1,71	0
	2	75,67	73,33	70,99	2,88	0,88	0
	3	76,33	74,20	72,07	2,62	0,80	0

Diketahui nilai UCL (I) pada *shift* 1-3 secara berturut-turut yaitu 77,63 mg/L, 75,67 mg/L, dan 76,33 mg/L. Sedangkan LCL (I) secara berturut-turut yaitu 68,53 mg/L, 70,99 mg/L, dan 72,07 mg/L. Untuk nilai UCL (\overline{MR}) *shift* 1-3 yaitu 5,59; 2,88; dan 2,62.

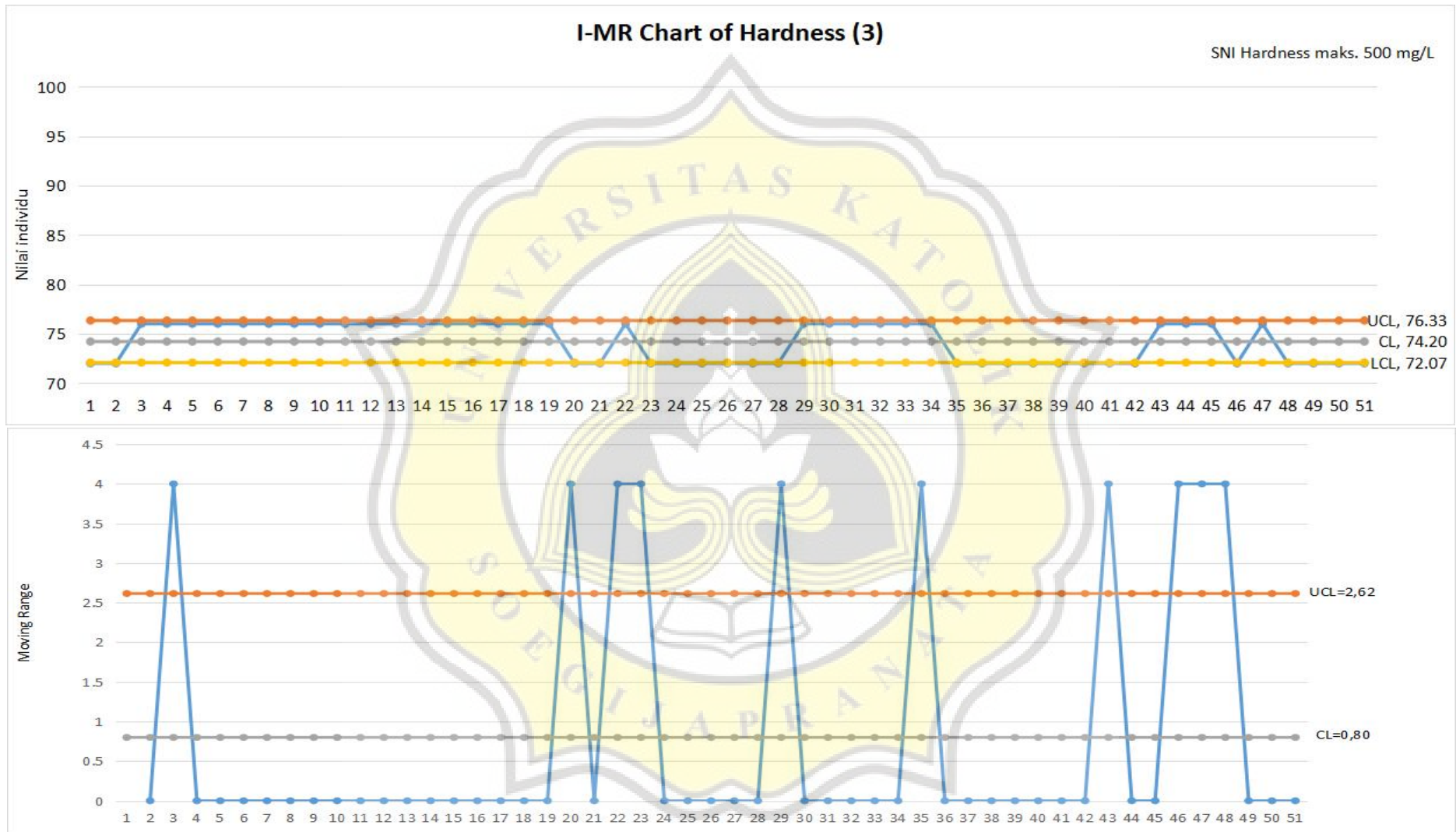
Hasil analisis I-MR *control chart* pada parameter *hardness* di *shift* 1, 2, dan 3 dapat dilihat pada Gambar 25, 26, dan 27.



Gambar 25. I-MR Chart Kesadahan/*Hardness Shift 1*



Gambar 26. I-MR Chart Kesadahan/Hardness Shift 2



Gambar 27. I-MR Chart Kesadahan/Hardness Shift 3

Hasil analisis I-MR control chart parameter hardness pada shift 1-3 menunjukkan terdapat titik-titik data sampel yang melampaui UCL dan LCL. Walaupun demikian hasil pengukuran hardness pada shift 1-3 masih memenuhi standar SNI. Dapat dikatakan penjaminan mutu produk terhadap hardness sudah baik dan terkendali.

3.8. Perbandingan Hasil Pemetaan I-MR Control Chart Pada Shift 1-3

Hasil perbandingan analisis I-MR chart *shift* 1, 2, dan 3 pada tiap parameter dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Perbandingan Jumlah Titik Penyimpangan

Parameter	Shift	Jumlah Penyimpangan UCL (I-chart)	Jumlah Penyimpangan LCL (I-chart)	Total	Variasi (MR-chart)
pH	1	28	11	39	10
	2	32	12	44	9
	3	2	1	3	2
Suhu	1	1	13	14	1
	2	1	10	11	8
	3	0	0	0	0
TDS	1	32	33	65	6
	2	50	45	95	13
	3	1	11	12	5
Hardness	1	7	13	20	13
	2	55	7	62	35
	3	0	23	23	10

Jika dibandingkan secara keseluruhan, *shift* 3 merupakan *shift* yang memiliki jumlah penyimpangan paling sedikit.

3.9. Fishbone Diagram Pengendalian Parameter Mutu Kimia dan Fisika

Walaupun kualitas produk akhir masih memenuhi standar SNI, namun terdapat variasi-variasi nilai yang berfluktuasi pada MR control chart. Maka fishbone diagram diperlukan untuk menganalisis penyebab titik nilai variasi yang berfluktuasi.

Hasil analisis menggunakan *fishbone diagram* dapat dilihat pada Gambar 28.



Gambar 28. *Fishbone Diagram* Penyebab Penyimpangan

Pada Gambar 28. diketahui terdapat 4 faktor penyebab adanya titik variasi nilai yang berfluktuasi terhadap garis UCL seperti material bahan baku air yang dipengaruhi oleh perubahan cuaca, mesin yang kurang pemeliharaan, metode dalam menjaga kebersihan alat uji, dan manusia yang kurang teliti saat melakukan pengukuran mutu produk.