

BAB IV

PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan pengujian dan analisa sistem dengan dilakukan integrasi antara perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang sudah dirancang, dari analisa tersebut dapat diidentifikasi kelemahan dan kekurangan dari sistem, serta diharapkan mendapatkan data yang valid dan mengetahui apakah alat sudah bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

A. Hasil Prototipe dan Sistem Kerja Keseluruhan

Hasil prototipe konveyor timbangan yaitu berupa satu unit konveyor yang dapat melakukan penimbangan beban dan satu unit kendali konveyor yang berfungsi untuk mengatur kendali penimbangan dan pengecekan sensor. Berikut ini adalah hasil jadi konveyor penimbang pada gambar 21.



Gambar 21. Hasil Jadi Konveyor Timbangan

Pengujian sistem dilakukan dengan cara membandingkan antara beban yang beratnya sudah diketahui oleh timbangan digital dengan beban yang diletakkan di atas konveyor. Data yang diambil dari sensor yang terpasang pada konveyor akan dikirimkan melalui kabel penghubung menuju *mainboard* yang berada pada kendali

konveyor, *mainboard* akan menampilkan data hasil pembacaan sensor pada LCD. Data hasil dari penimbangan oleh *load cell* konveyor akan dibandingkan dengan nilai penimbangan dari timbangan digital. Sedangkan data indikator sensor *proximity* akan ditampilkan pada *display* kendali konveyor. Nilai tersebut kemudian dikalkulasi dan diambil nilai error rata-rata sehingga dihasilkan grafik yang menunjukkan simpangan data yang memiliki error.

B. Hasil Pengujian

1. Hasil pengujian tegangan
 - a. Hasil Pengujian Catu Daya

Berikut data hasil pengujian tegangan catu daya tanpa beban dan dengan beban yang ditunjukkan pada tabel 17 dan tabel 18.

Tabel 17. Pengujian Tegangan Catu daya Tanpa Beban

No	Penukuran pada	Pengukuran ke	V-out (Volt)	V-out Terukur (Volt)	Selisih ukur
1	Rangkaian sesnor	1	5	4.66	0.34
		2	5	4.71	0.26
		3	5	4.77	0.23
2	Arduino	1	5	4.98	0.02
		2	5	4.88	0.12
		3	5	4.90	0.1
3	Motor	1	12	11.97	0.03
		2	12	11.96	0.04
		3	12	11.97	0.03

Tabel 18. Pengujian Tegangan Catu daya Dengan Beban

No	Penukuran pada	Pengukuran ke	V-out (Volt)	V-out Terukur (Volt)	Selisih ukur
1	Rangkaian sesnor	1	5	4.53	0.47
		2	5	4.45	0.55
		3	5	4.56	0.44
2	Arduino	1	5	4.98	0.02
		2	5	4.95	0.05
		3	5	4.90	0.1
3	Motor	1	12	11.66	0.34
		2	12	11.58	0.42
		3	12	11.77	0.23

Pada alat ini *power supply* yang digunakan memiliki keluaran +12 V dan arus 5 A. Dari hasil pengujian tegangan catu daya diperoleh bahwa apabila tanpa diberikan beban diperoleh rata-rata tegangan keluaran sebesar 4.81 V pada komponen yang membutuhkan 5 V dan rata-rata tegangan keluran sebesar 11.96 pada komponen yang membutuhkan tegangan 12 V maka dilihat dari hasil tersebut tidak begitu berpengaruh untuk arduino UNO dan komponen lainnya karena *range* tegangan untuk masing-masing komponen adalah 5-12 V dan untuk standarnya adalah 9 V.

b. Pengujian Sensor

Berikut data hasil pengujian nilai ADC *proximity* yang ditunjukkan pada tabel 19.

Tabel 19. Pengujian Sensor Poximity

No	<i>Proximity 1</i>		<i>Proximity 2</i>	
	Ada benda	Tidak ada benda	Ada benda	Tidak ada benda
1	29	602	156	617
2	28	599	130	622
3	92	598	142	627
4	24	598	107	636
5	59	592	148	638
6	18	599	104	658
7	15	606	193	658
8	15	598	94	658
9	7	600	117	659
10	20	598	103	664

Dari hasil pengujian pembacaan nilai ADC *proximity* akan bernilai kecil saat benda melewati sensor tersebut, karena cahaya terhalang oleh benda maka nilai resistansi akan berkurang. Sebaliknya, nilai ADC akan bernilai besar saat tidak ada benda yang menghalangi sensor *proximity* sehingga nilai resistansi akan bertambah maka nilai ADC juga akan ikut bertambah.

2. Pengujian Keseluruhan Alat

a. Pengambilan Data Berat Benda Mode Manual Tanpa Faktor Koreksi

Pada pengambilan data berat benda menggunakan mode manual dilakukan beberapa kali pengambilan sampel data untuk menemukan hasil kalibrasi yang sesuai, sebelum ditemukan data berat akan didapatkan data mentah sensor *load cell* yang dapat dilihat pada lampiran 11.

Pengambilan data berat dilakukan sebanyak 15 variasi berat yang berbeda dan setiap variasi berat diambil 10 sampel data mentah, data diambil dalam kondisi konveyor berhenti dan dalam satu posisi konveyor. Berikut data hasil pengujian nilai error data mentah dapat dilihat pada tabel 20.

Tabel 20. Error Data Load Cell

No	Data Referensi (gram) (x)	Hasil rata-rata 10 pengambilan data (y)	Error (x/y)
1	100	12,456	8,028259473
2	200	25,709	7,779376872
3	300	37,375	8,026755853
4	400	45,307	8,828657823
5	500	55,506	9,008035
6	600	73,564	8,156163
7	700	83,437	8,389563
8	800	95,265	8,397628
9	900	105,657	8,518129419
10	1000	118,573	8,433623
11	1100	131,497	8,36521
12	1200	144,484	8,305418
13	1300	154,693	8,403742
14	1400	164,569	8,50707
15	1500	176,412	8,502823
Rata-rata error			8,376696963

Setelah dilakukan pengambilan data sensor mentah kemudian dikonversi menjadi satuan gram melalui kode program yang telah dimasukkan kedalam mikrokontroler. Berikut data hasil pengujian dalam satuan gram dapat dilihat pada lampiran 12.

Pengambilan data dengan satuan gram pada bagian ini bergantung pada data mentah yang didapat dari pembacaan sensor, untuk dapat hasil yang akurat pembacaan perlu dilakukan perhitungan nilai berat menggunakan faktor error

sehingga didapat hasil penimbangan yang lebih akurat. Nilai faktor koreksi suatu data dapat dicari menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Faktor koreksi} = \frac{\text{Data Reverensi}}{\text{Rata-rata Data}}$$

Setelah menghitung faktor koreksi keseluruhan, kemudian menghitung rata-rata faktor koreksi keseluruhan.

b. Pengambilan Data Berat Benda Mode Manual dengan Faktor Error

Pengambilan data berat benda menggunakan faktor error memiliki nilai error penimbangan yang lebih kecil dibandingkan dengan mengolah langsung data yang diambil dari pembacaan sensor *load cell*. Pada pengambilan data ini dilakukan variasi data dengan dua posisi pengambilan sampel data yang ditimbang, benda ditimbang di posisi tepi dan di tengah konveyor (persis di atas *load cell*), dengan begitu nilai yang diperoleh melalui faktor error dapat lebih akurat dan mengurangi resiko kesalahan pembacaan sensor.



Gambar 22. Simulasi Penimbangan Benda di Tepi Konveyor

Penimbangan benda di tepi konveyor memiliki nilai eror yang relatif lebih besar, karena pada penimbangan dilakukan jauh dari sensor *load cell*, pada penimbangan ini benda menekan belt konveyor yang menempel pada *load cell*.



Gambar 23. Simulasi Penimbangan Benda di Tengah Konveyor

Untuk penimbangan di tengah konveyor benda langsung menempel pada dinding load cell yang berada di bawahnya sehingga nilai pembacaan akan lebih akurat, posisi benda pun lebih stabil karena dudukan load cell lebih kuat dibandingkan dengan belt konveyor tanpa dudukan.

Nilai pembacaan penimbangan benda dalam 2 posisi kemudian dihitung menggunakan kode program yang telah diberikan algoritma faktor eror, hasil dari pembacaan yang telah terhitung dalam 2 posisi tersebut kemudian di rata rata sehingga menghasilkan nilai eror dan nilai rata-rata eror. Berikut hasil pengambilan data pada posisi berbeda dapat dilihat pada tabel 21.

Tabel 21. Penimbangan Mode Manual

Data	Berat sesungguhnya	Penimbangan di tengah konveyor	Penimbangan di tepi konveyor	Rata-rata penimbangan	Faktor koreksi	Rata-rata faktor koreksi
1	105	105	106	107,5	0,976744	0,941712977
2	205	222	215	218,5	0,938215	
3	304	336	332	334	0,91018	
4	405	452	444	448	0,904018	0,895042999
5	505	565	557	561	0,900178	
6	604	679	674	676,5	0,892831	
7	704	794	784	789	0,892269	
8	804	906	886	896	0,897321	
9	903	1024	1003	1013,5	0,890972	
10	1007	1140	1115	1127,5	0,893126	
11	1106	1258	1223	1240,5	0,891576	
12	1203	1341	1353	1347	0,893096	
13	1306	1499	1466	1482,5	0,880944	0,879786325
14	1401	1603	1557	1580	0,886709	
15	1505	1708	1745	1726,5	0,871706	

Pengambilan sampel berat benda menggunakan faktor error dilakukan menggunakan 15 sampel berat yang telah ditimbang pada timbangan digital, setiap sampel dilakukan 2 kali penimbangan. Setelah didapat data nilai kedua data kemudian dirata-rata sehingga mendapat nilai rata-rata error per satuan berat, himpunan nilai error dari beberapa sampel berat kemudian dirata-rata sehingga diperoleh nilai rata-rata error sistem pada mode manual.

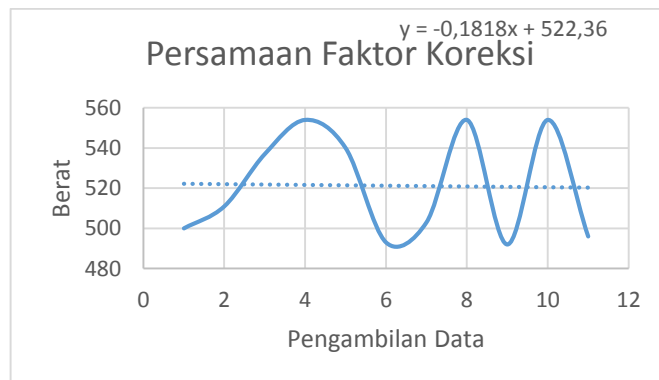
c. Persamaan Fungsi Ralat Error Berat Benda pada Mode Otomatis

Pada mode otomatis tidak dapat dilakukan pengkalibrasian sensor maupun motor, sistem akan otomatis bergerak dan melakukan penimbangan. Pada saat mode otomatis semua sensor sudah dalam keadaan default mode, karena telah di kalibrasi pada mode manual. Pengambilan berat benda menggunakan mode otomatis dilakukan dengan menentukan fungsi faktor koreksi terlebih dahulu dengan menggunakan satu sampel berat. Berikut hasil pengujian Persamaan fungsi ralat error berat benda pada mode otomatis dapat dilihat pada tabel 22.

Tabel 22. Pencarian Persamaan Sistem Mode Otomatis

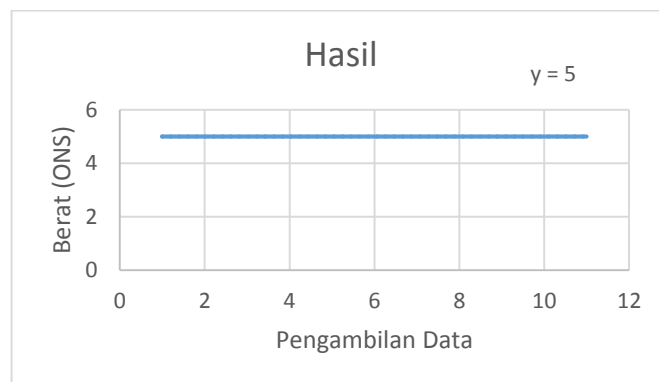
	Data Awal (gram)	Faktor Koreksi 0,853825137 (gram)	Faktor Koreksi 0,91424392 (gram)	Faktor Koreksi 0,955292319 (gram)	Rumus $y=(-0,1818x + 522,36)*1,11$ (gram)	Ons
Data Referensi	500	500	500	500	500	5
Pengambilan ke 1	542	532	511	549	501	5
Pengambilan ke 2	589	542	537	540	562	5
Pengambilan ke 3	607	555	554	552	499	5
Pengambilan ke 4	612	543	540	537	553	5
Pengambilan ke 5	545	550	493	549	545	5
Pengambilan ke 6	624	557	503	540	552	5
Pengambilan ke 7	629	546	554	539	489	5
Pengambilan ke 8	541	563	492	545	502	5
Pengambilan ke 9	627	540	554	550	545	5
Pengambilan ke 10	540	541	496	547	557	5
Rata-rata Hasil Pengambilan	585,6	546,9	523,4	544,8	531,4	5
Error	0,8539251	0,91424392	0,955292319	0,917767988	0,940910802	1

Nilai pembacaan load cell untuk mode otomatis dalam keadaan default dan diberikan bebann 500 gram, nilai pembacaan tersebut kemudian dimasukan ke dalam faktor koreksi sehingga muncul data baru paska diberikan faktor koreksi, nilai dari data faktor koreksi tersebut dijadikan indikator untuk diploting pada sumbu grafik. Berikut hasil plotting dapat dilihat pada gambar 24.



Gambar 24. Hasil Ploting Data Grafik dari Hasil Persamaan Faktor Koreksi

Setelah dilakukan plotting grafik dapat ditemukan persamaan dari grafik tersebut adalah $y = 0,1818x - 522,36$, nilai persamaan inilah yang dijadikan acuan untuk menstabilkan nilai error dari pembacaan load cell. Data kemudian dimasukkan ke dalam persamaan agar keluar nilai data dengan nilai error seminimum mungkin. Nilai pengukuran load cell setelah diberikan persamaan dan hasil penimbangan beban dalam satuan ons, setelah diberikan persamaan ralat eror nilai eror penimbangan menjadi sangat kecil sehingga sensor dapat menimbang beban dengan sangat akurat, hal tersebut karena fungsi ralat eror mengurangi faktor-faktor kecil dalam kesalahan pembacaan yang dilakukan sensor. Hasil eror yang kecil tersebut dapat dilihat pada grafik eror penimbangan mode otomatis pada Gambar 25 berikut:



Gambar 25. Grafik Penimbangan dengan Persamaan Faktor Koreksi

d. Perhitungan Berat Benda dengan Menggunakan Mode Otomatis

Untuk mendapatkan nilai eror yang kecil dilakukan beberapa langkah percobaan dan perhitungan faktor koreksi dari setiap tahap, perulangan perhitungan faktor koreksi bertujuan untuk meminimalisir nilai eror yang muncul sehingga konveyor penimbang yang dibuat dapat lebih presisi dalam melakukan kalkulasi

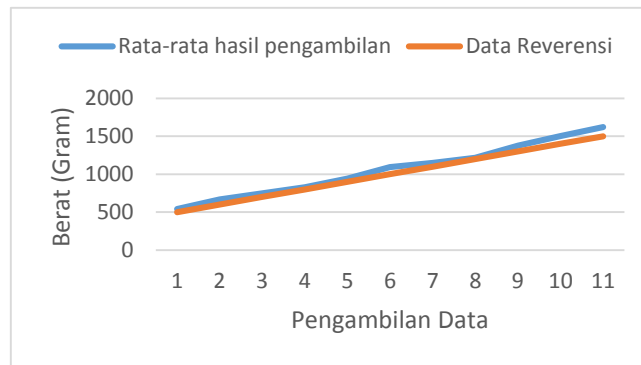
penimbangan. Penimbangan dilakukan menggunakan beberapa variasi beban dan setiap beban di ambil sampel penimbangan sebanyak 10 kali. Berikut hasil pengujian berat benda pertama dengan menggunakan mode otomatis dapat dilihat pada tabel 23.

Tabel 23. Data Penimbangan Pertama Menggunakan Mode Otomatis

	Penimbangan Pertama Mode Otomatis dalam Gram										
Data Referensi	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Pengambilan ke 1	519	665	734	823	983	1110	1165	1223	1403	1477	1537
Pengambilan ke 2	537	663	746	812	938	1131	1163	1228	1331	1472	1549
Pengambilan ke 3	548	646	736	824	954	1118	1196	1243	1399	1456	1581
Pengambilan ke 4	546	666	734	816	904	1120	1165	1194	1321	1431	1650
Pengambilan ke 5	534	645	754	827	936	1104	1121	1248	1382	1463	1682
Pengambilan ke 6	556	681	780	829	946	1015	1159	1230	1359	1524	1721
Pengambilan ke 7	564	675	777	823	945	1112	1143	1187	1320	1541	1699
Pengambilan ke 8	535	683	726	834	932	1006	1130	1199	1421	1569	1549
Pengambilan ke 9	523	682	742	871	940	1106	1117	1204	1404	1591	1637
Pengambilan ke 10	551	680	733	842	939	1133	1118	1212	1419	1505	0
Rata-rata hasil pengambilan	541,3	668,6	746,2	830,1	941,7	1096	1148	1217	1376	1503	1623
faktor koreksi	0,924	0,897	0,938	0,964	0,956	0,913	0,958	0,986	0,945	0,932	0,924
Rata-rata Faktor Koreksi	0,939710027										

Pada penimbangan pertama diperoleh nilai faktor koreksi sebesar 0.939710027, apabila dikonversi menjadi persen bernilai 6,028997 %. Nilai eror tersebut masih dianggap terlalu besar sehingga faktor koreksi dari data pengambilan tersebut dimasukan ke dalam mikrokontroler kembali dengan tujuan untuk

memperoleh data grafik error yang lebih mendekati set point beban. Grafik data error pengambilan data pertama dapat dilihat pada Gambar 26 sebagai berikut:



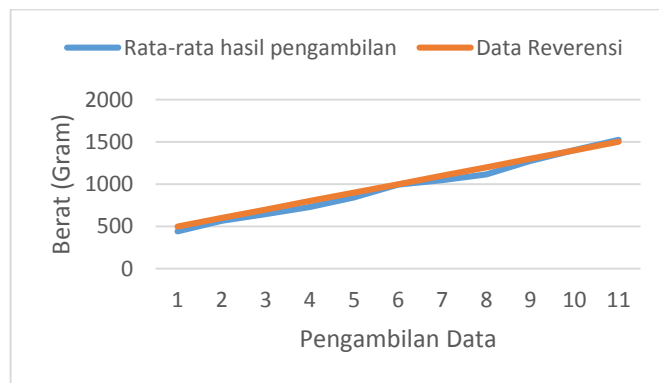
Gambar 26. Grafik Pengambilan Data Pertama Mode Otomatis

Akibat nilai eror yang masih besar maka grafik yang dihasilkan pun masih belum menyinggung tepat pada set point. Maka dari itu, hal ini dijadikan indikator pengambilan data kedua. Data pengambilan berat kedua dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Data Penimbangan Kedua Menggunakan Mode Otomatis

	Penimbangan Kedua Mode Otomatis dalam Gram											
	Data Referensi	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Pengambilan ke 1	419	565	634	723	883	1010	1065	1123	1303	1377	1437	
Pengambilan ke 2	437	563	646	712	838	1031	1063	1128	1231	1372	1449	
Pengambilan ke 3	448	546	636	724	854	1018	1096	1143	1299	1356	1481	
Pengambilan ke 4	446	566	654	716	804	1020	1065	1094	1221	1331	1550	
Pengambilan ke 5	434	545	680	727	836	1004	1021	1148	1282	1363	1582	
Pengambilan ke 6	456	581	677	729	846	915	1059	1130	1259	1424	1621	
Pengambilan ke 7	464	575	626	723	845	1012	1043	1087	1220	1441	1599	
Pengambilan ke 8	435	583	642	734	832	906	1030	1099	1321	1469	1449	
Pengambilan ke 9	423	582	633	771	840	1006	1017	1104	1304	1491	1537	
Pengambilan ke 10	451	580	634	742	839	1033	1018	1112	1319	1405	0	
Rata-rata hasil pengambilan	441,3	568,6	646,2	730,1	841,7	995,5	1048	1117	1276	1403	1523	
faktor koreksi	1,133	1,055	1,083	1,096	1,069	1,005	1,05	1,074	1,019	0,998	0,985	
rata-rata faktor koreksi	1,051572865											

Percobaan penimbangan kedua menggunakan mode otomatis didapat nilai faktor koreksi alat sebesar 1,051572865 yang dikonversi dalam satuan persen menjadi 5,157286 %, nilai tersebut lebih kecil dari percobaan pertama. Akan tetapi, masih belum mendekati grafik set point sehingga dilakukan pengambilan data ketiga menggunakan algoritma faktor koreksi dari grafik kedua yang dimasukkan kedalam kode program mikrokontroler. Grafik nilai pembacaan berat percobaan kedua dapat dilihat pada Gambar 27 sebagai berikut:



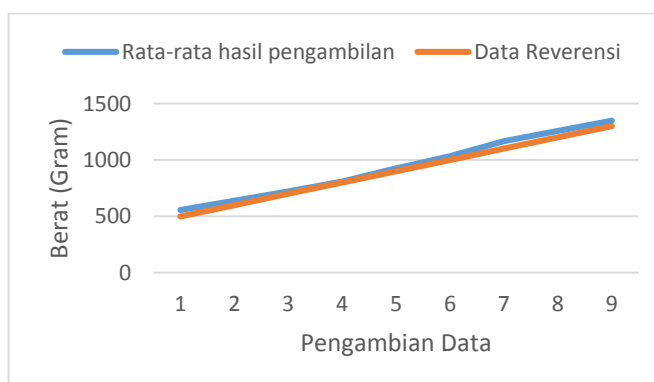
Gambar 27. Grafik Pengambilan Data Kedua Mode Otomatis

Karena faktor koreksi pada grafik pengambilan data kedua dimasukkan kedalam percobaan pengambilan data ketiga maka hasil dari percobaan kedua memiliki grafik yang lebih mendekati set point. Nilai faktor koreksi pada grafik eror percobaan kedua dijadikan acuan untuk mengambil data ketiga, dimana nilai error pada percobaan penimbangan ketiga memiliki jumlah eror lebih sedikit, data pengambilan berat benda percobaan ketiga dapat dilihat pada Tabel 25 sebagai berikut:

Tabel 25. Data Penimbangan Ketiga Menggunakan Mode Otomatis

	Penimbangan Ketiga Mode Otomatis dalam Gram								
Data Referensi	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
Pengambilan ke 1	549	653	732	830	929	1036	1174	1278	1329
Pengambilan ke 2	563	650	706	833	899	1047	1195	1264	1358
Pengambilan ke 3	546	637	749	781	923	1020	1190	1263	1324
Pengambilan ke 4	557	622	711	800	938	1033	1188	1303	1366
Pengambilan ke 5	533	628	692	786	941	1018	1168	1268	1360
Pengambilan ke 6	563	622	694	801	930	1055	1193	1231	1348
Pengambilan ke 7	554	624	742	794	913	1062	1153	1225	1342
Pengambilan ke 8	552	645	748	836	910	1005	1164	1265	1329
Pengambilan ke 9	557	645	720	820	913	1034	1113	1252	1385
Pengambilan ke 10	579	651	714	815	945	1024	1134	1238	1352
Rata-rata hasil pengambilan	555,3	637,7	720,8	809,6	924,1	1033	1167,2	1258,7	1349,3
faktor koreksi	0,9	0,941	0,971	0,988	0,974	0,968	0,9424	0,9534	0,9635
rata-rata faktor koreksi	0,95571494								

Percobaan pengambilan data penimbangan ketiga memiliki nilai eror yang kecil, data error memiliki tanda berupa label biru sedangkan nilai simpangan eror terjauh ditunjukkan pada data berlabel merah. Penimbangan ketiga di dapat error alat sebesar 0,95571494 yang dikonversi dalam satuan persen sebesar 4,428506%. Grafik eror pengambilan data ketiga dapat dilihat pada Gambar 28 sebagai berikut:



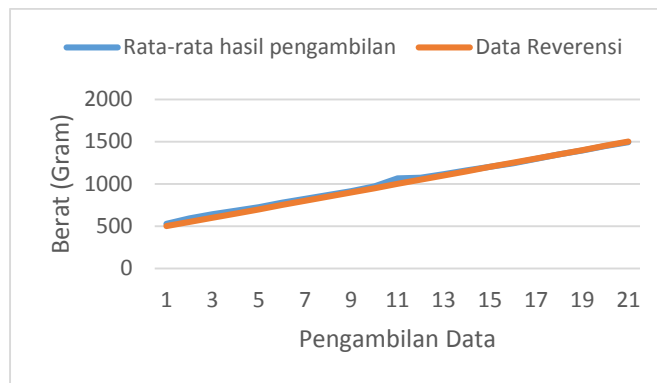
Gambar 28. Grafik Pengambilan Data Ketiga Mode Otomatis

Setelah diperoleh grafik pengambilan data ketiga maka diperoleh juga faktor koreksi dari data tersebut. Faktor koreksi dari pengambilan data ketiga dijadikan acuan untuk melakukan percobaan pengambilan data keempat, nilai tersebut dimasukkan kedalam kode program pada mikrokontroler sehingga menghasilkan data pengambilan data keempat seperti pada tabel 26 sebagai berikut:

Tabel 26. Data Penimbangan Keempat Menggunakan Mode Otomatis

	Penimbangan Keempat Mode Otomatis dalam Gram																				
Data Referensi	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500
Pengambilan ke 1	553	583	640	685	731	763	833	873	921	950	1063	1095	1120	1138	1189	1243	1309	1333	1385	1460	1495
Pengambilan ke 2	540	559	649	697	705	765	841	861	912	950	1064	1073	1118	1167	1197	1238	1266	1347	1369	1478	1503
Pengambilan ke 3	539	596	646	697	719	786	828	872	907	1001	1067	1050	1134	1169	1209	1201	1288	1366	1408	1431	1495
Pengambilan ke 4	516	599	651	704	712	784	809	875	909	944	1060	1093	1120	1184	1196	1268	1322	1357	1398	1439	1494
Pengambilan ke 5	505	600	624	689	719	799	812	855	925	1030	1087	1079	1112	1156	1196	1254	1301	1379	1383	1457	1465
Pengambilan ke 6	552	590	657	693	727	772	831	851	906	945	1068	1067	1119	1158	1199	1272	1300	1364	1378	1420	1497
Pengambilan ke 7	527	610	637	693	721	792	830	871	913	1021	1049	1063	1091	1149	1209	1258	1306	1325	1403	1446	1518
Pengambilan ke 8	519	599	651	659	745	802	828	882	917	949	1058	1072	1117	1157	1228	1237	1307	1350	1414	1467	1495
Pengambilan ke 9	506	596	653	661	733	767	809	870	926	921	1079	1077	1119	1163	1202	1227	1281	1342	1425	1435	1495
Pengambilan ke 10	516	601	616	665	735	768	819	876	924	1006	1064	1062	1112	1161	1201	1245	1290	1337	1402	1427	1482
Rata-rata hasil pengambilan	527,3	593,3	642,4	684,3	724,7	779,8	824	868,6	916	971,7	1066	1073	1116	1160	1203	1244	1297	1350	1397	1446	1494
faktor koreksi	0,948	0,927	0,934	0,95	0,966	0,962	0,971	0,979	0,983	0,978	0,938	0,978	0,985	0,991	0,998	1,005	1,002	1	1,003	1,003	1,004
rata-rata faktor koreksi	0,9773108																				

Pada percobaan pengambilan data ke empat, memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan pengambilan data ketiga, nilai error yang dihasilkan lebih sedikit dan memiliki grafik dengan osilasi yang kecil serta mendekati garis normal set point. Percobaan keempat memiliki hasil eror alat sebesar 0,9773108 yang dikonversikan dalam persen sebesar 2,26892%. Grafik nilai eror pengambilan data keempat dapat dilihat pada Gambar 29 sebagai berikut:



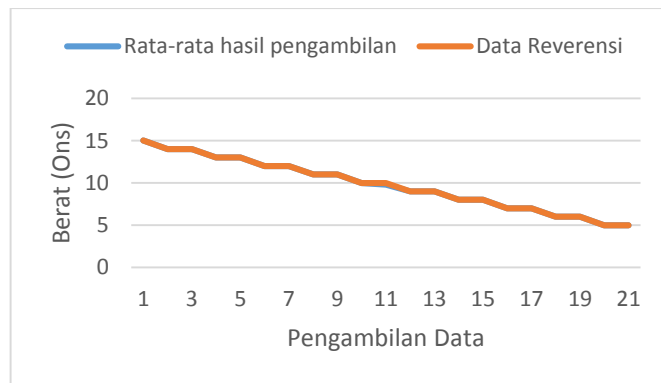
Gambar 29. Grafik Pengambilan Data Keempat Mode Otomatis

Nilai faktor koreksi pada pengambilan data ke empat dijadikan acuan untuk melakukan pengambilan data kelima dan merupakan percobaan pengambilan data terakhir yang memiliki hasil grafik percobaan terbaik dengan eror terkecil, nilai faktor eror dari hasil penimbangan percobaan kelima yang merupakan final dari hasil pencarian faktor eror yang nantinya dijadikan acuan standar pengambilan data dan pengoperasian konveyor penimbang. Hasil pengambilan data penimbangan kelima ditunjukkan pada Tabel 27 sebagai berikut:

Tabel 27. Data Penimbangan Kelima Menggunakan Mode Otomatis

	Penimbangan Kelima Mode Otomatis dalam Ons																				
Data Referensi	15	14,5	14	13,5	13	12,5	12	11,5	11	10,5	10	9,5	9	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5
Pembulatan	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5
Pengambilan ke 1	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5
Pengambilan ke 2	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5
Pengambilan ke 3	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10	9	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5
Pengambilan ke 4	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5
Pengambilan ke 5	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5
Rata-rata hasil pengambilan	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10	9,8	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5
faktor koreksi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,02	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
rata-rata faktor koreksi	1,000928																				

Percobaan pengambilan data kelima merupakan percobaan pengambilan data yang bersifat final dan memiliki error terkecil. Percobaan pengambilan data memiliki eror alat sebesar 1,000928 yang dikonversi kedalam persen menjadi 0,09276 %. Grafik pembacaan beban penimbangan kelima dapat dilihat pada Gambar 30 sebagai berikut:



Gambar 30. Grafik Pengambilan Data Kelima Mode Otomatis

Dari pengambilan data terakhir ini dapat diketahui nilai akurasi. Akurasi dapat dihitung seperti pada Gambar 31 berikut:

<p>Jumlah data salah = 1</p> <p>Jumlah data total = $5 \times 21 = 105$</p> <p>Akurasi = jumlah data benar/jumlah data total</p> <p style="padding-left: 40px;">$= (105 - 1)/105$</p> <p style="padding-left: 40px;">$= 0.99$</p> <p>Jika dalam presentase menjadi $0.99 \times 100\% = 99\%$</p>

Gambar 31. Menghitung Nilai Akurasi

C. Pembahasan

Berdasarkan pengujian dari tiap komponen yang digunakan, maka dapat di jelaskan bebarapa permasalahan yang berhubungan dengan kinerja alat dalam pembahasan, yaitu:

1. Catu Daya

Catu daya adalah perangkat elektronika yang digunakan sebagai sumber daya untuk semua komponen pada alat. Input pada *power supply* mendapat tegangan AC 220 yang dihubungkan dari modul jack power yang dapat dihubungkan ke terminal listrik rumah tangga. Tegangan keluaran dari *power supply* adalah 12 volt. Tegangan yang dibutuhkan komponen-komponen pada alat adalah 5 volt dan 12 volt untuk driver motor. *Output* dari *power supply* dihubungkan pada input *step down*, yang mana *step down* sudah di atur sesuai dengan kebutuhan. Maka output dari *step down* telah memberikan tegangan yang dibutuhkan untuk alat. Sedangkan untuk driver motor yang membutuhkan 12 volt langsung dihubungkan ke *output* dari *power supply*.

2. Mikrokontroler Arduino Uno

Mikrokontroler arduino Uno adalah komponen yang berguna sebagai pengendali dari komponen-komponen lain yang digunakan seperti sensor, motor, dan LCD. Dari pengujian yang sudah dilakukan, arduino Uno dapat bekerja dengan sesuai harapan. Hal ini dapat dilihat dari semua komponen dalam alat dapat berfungsi secara baik. Berikut adalah beberapa port dalam mikrokontroler arduino Uno yang digunakan:

a. Port A0

Port A0 digunakan sebagai input terhubung pada potensio meter.

b. Port A2 dan A3

Port A2 dan A3 digunakan sebagai input terhubung pada LDR 1 dan LDR 2.

c. Port D3 dan D4

Port D3 dan D4 digunakan sebagai output terhubung pada motor.

d. Port D5 dan D6

Port D5 dan D6 digunakan sebagai input terhubung pada pengkondisi sinyal sensor *load cell* yaitu HX711.

e. Port D7

Port D7 digunakan sebagai input terhubung pada saklar mode.

f. Port D8 dan D9

Port D8 dan D9 digunakan sebagai input terhubung pada pengatur motor arah maju atau mundur.

g. Port D0

Port D0 digunakan sebagai pembaca PWM pada putaran motor.

h. Port D12

Port D12 digunakan untuk input terhubung pada *push button* untuk mengecek nilai ADC sensor *proximity*.

i. Port D13

Port D13 digunakan untuk output terhubung pada buzzer untuk alarm.

Implementasi program untuk inisialisasi *library* program pada mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 32 berikut:

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C
lcd(0x27,20,4);

```

Gambar 32. Inisialisasi *Library* Program

Inisialisasi program library bersifat universal untuk seluruh kode program yang menggunakan library tersebut, library yang dimasukan ke dalam kode program hanya yang digunakan untuk menjalankan sistem. Apabila terdapat library yang tidak terinisialisasi maka sensor tidak dapat diakses dan program tidak dapat berjalan, ini disebabkan karena inisialiasi memuat semua aspek variabel yang digunakan dalam sebuah kode program. Berikut inisialisasi program pada gambar 33.

<pre> //load cell// #include "HX711.h" float calibration_factor = 2230; float units; float ounces; HX711 scale(5,6); //motor// int enA=11; int in1 = 3; int in2 = 4; int maju = 9; int mundur = 8; int Gmaju,Gmundur; int PWM = 0; float beratLalu; int beratTerukur; </pre>	<pre> //check button// int check = 12; int buttonState; //mode// int toggle; int mode = 7; //pengatur kecepatan motor// int pot = A0; //LDR// int ldr1 =A3; int ldr2 =A2; int LDR1,LDR2,DLDR1,DLDR2,ONLOAD; float OALOAD=0.0; float y=0.0; //buzzer int buzzer = 13; //counter float counter =0.0; //berat float load = 0.0; float Aload=0.0; </pre>
--	--

Gambar 33. Inisialisasi Variabel Mikrokontroler

Inisialisasi variabel dan pin mikrokontroler dilakukan sesuai dengan variabel dan pin yang digunakan pada pemrograman. Beberapa komponen yang dilakukan inisialisasi adalah sensor, motor, button, dan beberapa variabel untuk mengeksekusi proses dalam konveyor penimbang. Inisialisasi pin mikrokontroler dilakukan berdasarkan jumlah pin yang digunakan, fungsi pin yang digunakan, jumlah pin yang tersedia dan komponen yang akan dikendalikan melalui mikrokontroler. Berikut dapat dilihat pin yang digunakan sebagai *output* dan *input* pada Gambar 34 berikut:

```
//pin mode
pinMode(buzzer, OUTPUT);
pinMode(enA, OUTPUT);
pinMode(in1, OUTPUT);
pinMode(in2, OUTPUT);
pinMode(mundur, INPUT);
pinMode(maju, INPUT);
pinMode(check,INPUT);
pinMode(mode,INPUT);
pinMode(ldr1,INPUT);
pinMode(ldr2,INPUT);
```

Gambar 34. Inisialisasi Pin Mikrokontroler

3. Sensor *Load Cell*

Sensor yang digunakan untuk menimbang adalah sensor *load cell* dengan dihubungkan ke pengolah sinyal HX711 yang disambungkan sesuai dengan warna merah (VCC) ke E+, hitam (ground) ke E-, putih (*output +*) ke A+, hijau (*output -*) ke A- kemudian dari HX711 ke arduino Uno sumber tegangan 5 volt dari *step down*

dan dihubungkan ke arduino Uno VCC ke 5 volt, GND ke GND, SCK ke D5 dan DT ke D6. Pembacaan berat pada konveyor dilakukan oleh sensor *load cell*, sensor tersebut membaca berat sekaligus menentukan error yang dapat dijadikan faktor kalibrasi dalam program. Pembacaan berat adalah fitur utama yang ada pada konveyor penimbang, pembacaan berat dapat dilakukan sampai satuan ons. Untuk menentukan berat suatu benda dilakukan pengkalibrasian pada kode program dari data analog aktual ke data hasil perhitungan yang kemudian akan ditampilkan di LCD. Implementasi program untuk pembacaan berat dapat dilihat pada gambar 35.

```
//pembacaan berat
scale.set_scale(calibration_factor);

units = scale.get_units(), 10;

float gram = units*9.5;

if (gram < 0){
  gram = 0.00;
}
```

Gambar 35. Kode program nilai ADC menjadi satuan berat

Data berat dari kalibrasi ADC dijadikan data utama dari konveyor penimbang, dimana nilai error dari penimbangan menjadi kualitas baik atau buruknya data yang dihasilkan.

Pada pengukuran berat pada konveyor terdapat batas atas dan batas bawah, *load cell* yang berfungsi sebagai unit penimbang diberikan limit dan indikator penimbangan. Kode program pengaturan limit dan indikator dapat dilihat pada Gambar 36 berikut:

```

//limit MAX beban
if(gram >= 1800){
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("BEBAN BERLEBIH");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("MOHON KURANGI");
  digitalWrite(buzzer ,HIGH);
  digitalWrite(in1, LOW);
  digitalWrite(in2, LOW);
  analogWrite(enA, 0); }

```

Gambar 36. Kode Program Limit Beban pada Load Cell

Pada program pembatas beban *load cell* diatur berapa beban maksimum yang bisa dibaca oleh *load cell* pada program. Apabila beban yang berada pada konveyor melebihi batas *set point* yang sudah ditentukan maka LCD akan menampilkan pesan bahwa beban yang ada berlebih dan perlu untuk mengurangi beban, bersamaan pada saat itu *buzzer* berbunyi sebagai indikator untuk mengurangi beban pada konveyor.

4. Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* menggunakan 2 sensor yaitu laser sebagai pengirim data dan LDR sebagai penerima data. Cara kerjanya adalah jika laser tertutup atau dilewati benda maka nilai ADC dari LDR akan berkurang yang menandakan bahwa ada benda yang melewati konveyor. Implementasi program untuk pembacaan *proximity* dapat dilihat pada gambar 37.

```

//pembacaan proximity
LDR1=analogRead(ldr1);
LDR2=analogRead(ldr2);
DLDR1=0;
DLDR2=0;
Serial.print(LDR1);
Serial.print("-----");
Serial.println(LDR2);
//ANALOG TO DIGITAL
if(LDR2>=300){
DLDR1=LOW; }
else{
DLDR2=HIGH; }
if(LDR1>=350){
DLDR1=LOW; }
else{
DLDR1=HIGH; }

```

Gambar 37. Kode Program Pembacaan Proximity Konveyor

Saat nilai ADC pada *proximity* pertama bernilai lebih dari sama dengan 300 maka *proximity* akan berada pada kondisi *low* sedangkan apabila nilai ADC kurang dari 300 akan berada pada kondisi *high*. Pada *proximity* kedua, saat nilai ADC lebih dari sama dengan 350 maka akan berada pada kondisi *low* sedangkan apabila nilai ADC kurang dari 350 maka akan berada pada kondisi *high*.

Pada konveyor penimbang proximity merupakan unit sensor yang bekerja secara terus menerus, oleh karena itu algoritma interlock diperlukan agar sensor dapat diakses secara kontinyu. Kode program *interlock* dapat dilihat pada Gambar 38 berikut:

```

//INTERLOCK
if(DLDR1==HIGH){
ONLOAD = HIGH; }
if(DLDR2==HIGH){
ONLOAD = LOW; }

```

Gambar 38. Kode Program *Interlock* Untuk *Proximity*

Pada saat benda melewati *proximity* pertama maka akan mengaktifkan *interlock proximity* sehingga sensor *load cell* akan memulai perhitungan berat dan *counter* akan bertambah karena mendeteksi benda yang melewati *proximity*. Saat benda mengenai *proximity* kedua maka fungsi *interlock* dimatikan sehingga sensor *load cell* berhenti melakukan kalkulasi berat dan *counter* kembali ke posisi nol.

5. Mode Manual Konveyor

Terdapat dua mode yang terpasang dalam konveyor penimbang, mode pertama adalah mode manual, sedangkan mode kedua adalah mode otomatis. Mode manual bertujuan untuk mengkalibrasi seluruh sensor yang terpasang pada konveyor. Mode ini akan aktif apabila selektor konveyor dalam kondisi low. Tujuan dari pengkalibrasian sensor adalah agar pada saat kondisi otomatis dijalankan sensor telah ter nol kan seluruhnya sehingga nilai eror dapat diminimalisir. Setelah seluruh sensor dalam konveyor telah dikalibrasi menggunakan mode manual ini, konveyor siap melakukan pengukuran segala objek yang diangkut.

Pada mode manual dijelaskan bahwa saat sistem dinyalakan dan switch digeser ke mode manual maka akan dilakukan inialisasi input dan output terlebih

dahulu, lalu dilakukan pembacaan benda oleh sensor load cell dan proximity, setelah itu arduino akan mendapatkan data benda yang melewati konveyor, apabila benda yang diletakan melebihi batas yang ditentukan yaitu 18 ons maka konveyor akan berhenti dan alarm akan berbunyi serta LCD akan mengirimkan pesan peringatan, apabila alarm tidak berbunyi sistem dapat memberikan pemilihan untuk masuk mode dari manual atau otomatis.

Mode manual akan aktif saat *switch* bernilai *low* sehingga akan menampilkan *default* pembacaan *load cell*, saat tombol *check* ditekan pada saat mode manual maka akan ditampilkan hasil pengecekan dari kedua sensor *proximity*. Kemudian konveyor akan mulai menghitung nilai benda yang berjalan di atasnya.

Untuk pergerakan konveyor pada mode manual saat selektor pada posisi *high* maka motor DC konveyor akan bergerak maju. Sebaliknya, apabila selektor dalam posisi *low* maka motor DC konveyor akan bergerak berlawanan arah sehingga konveyor akan berjalan mundur. Apabila selektor konveyor di posisi tengah maka seluruh motor DC pada konveyor akan bernilai *low* sehingga konveyor akan berhenti bergerak.

6. Mode Otomatis Konveyor

Mode otomatis merupakan kelanjutan dari mode manual konveyor penimbang, apabila mode manual hanya melakukan pengkalibrasian sensor sebelum dipakai, mode otomatis akan melakukan penimbangan dan pendeteksian benda menggunakan sensor yang telah terkalibrasi. Pada mode ini sensor yang telah dikalibrasi ke *default* mode akan mulai bekerja untuk melakukan pemindahan dan

penimbangan barang. LCD pada *box* kendali konveyor juga menampilkan data aktual pembacaan saat pengukuran terjadi di atas konveyor, data yang ditampilkan menjadi data terakhir setelah melalui beberapa tahap pengkalibrasian dan pengkonversian satuan dalam mikrokontroler. Pada mode otomatis tidak perlu dilakukan pengkalibrasian sensor terlebih dahulu, karena pengkalibrasian sensor telah dilakukan dalam mode manual.

Mode otomatis akan aktif saat selektor dalam kondisi *high*, pada saat selektor pada kondisi *high* maka otomatis konveyor akan bergerak maju dan LCD akan menampilkan berat benda yang ditimbang, pada mode otomatis berat benda dikonversi kedalam satuan ons. Saat benda yang ditimbang melewati load cell maka counter akan aktif.

7. Kinerja Alat Secara Keseluruhan

Sistem konveyor penimbang ini setelah dilakukan percobaan penimbangan beberapa kali didapatkan hasil pengujian yang bagus pada keseluruhan mode, pada mode manual dan juga mode otomatis. Maka dapat dikatakan bahwa alat ini bisa berfungsi dengan baik. Sensor yang digunakan dalam alat ini yaitu *load cell* untuk mengetahui berat beban, sensor *proximity* untuk mendeteksi keberadaan benda yang melewati konveyor, potensiometer untuk mengatur kecepatan motor DC, switch untuk memilih mode manual atau otomatis, saklar untuk mengatur gerak motor pada mode manual, dan tombol *check* untuk mengetahui nilai ADC *proximity*.

Saat alat mulai dijalankan, pada mode manual sensor-sensor akan dikalibrasi, dengan tujuan supaya saat mode otomatis aktif sensor sudah ter 0-kan

semuanya sehingga *error* dapat diminimalisir. Setelah semua sensor pada konveyor sudah dikalibrasi dengan menggunakan mode manual, maka konveyor siap melakukan pengukuran objek yang akan diangkut dengan mode otomatis.