บทที่ 4

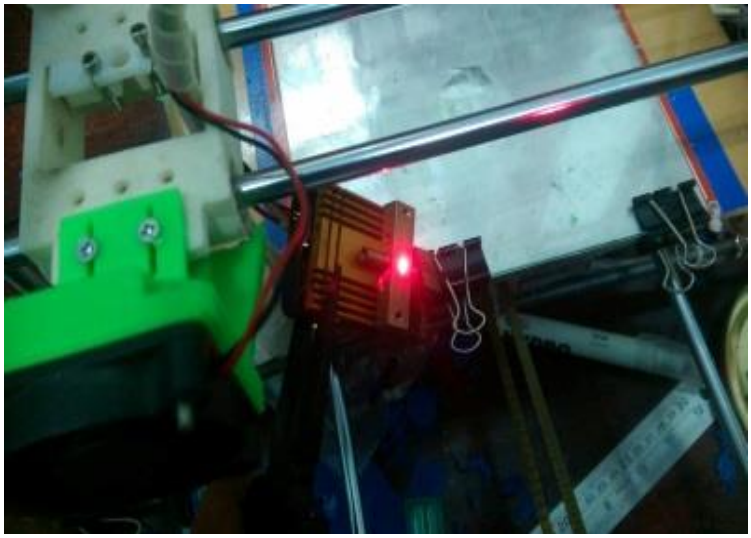
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองที่เกี่ยวข้องกับโครงงานเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ซึ่งที่เราได้ทำการออกแบบไว้ในบทที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย การทดลองวัดค่าอุณหภูมิของหัวฉีด การทดลองวัดค่าอุณหภูมิของแผ่นความร้อน การทดลองบอร์ดขับเคลื่อนสเต็ปปิ้งมอเตอร์ และ การเปรียบเทียบเส้นพลาสติกชนิด ABS กับ PLA

4.1 การทดลองวัดค่าอุณหภูมิของหัวฉีด

การทดลองอุณหภูมิของหัวฉีดเพื่อที่จะทดสอบค่าอุณหภูมิของหัวฉีดที่จะปรับตั้งจากโปรแกรมตามอุณหภูมิที่ปรับตั้งไว้อยู่ที่อุณหภูมิ 0 - 250 องศาเซลเซียส ของหัวฉีดซึ่งจะสามารถทำความร้อนได้ตามที่ตั้งค่าได้หรือไม่ ดังนั้นหัวฉีดจะสามารถหลอมละลายเส้นพลาสติกที่มีอุณหภูมิจุดหลอมเหลวแต่ละเส้นของพลาสติกได้และทำการวัดอุณหภูมิของหัวฉีดตั้งแต่ 30 - 250 องศาเซลเซียส และได้ทำการวัดโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์สแกนดังแสดงในภาพที่ 4.1 ทำการปรับค่าอุณหภูมิของเครื่องให้มีค่าอุณหภูมิตามที่ตั้งไว้ 4.2 ทำการวัดค่าอุณหภูมิของหัวฉีด 4.3 จะได้ค่าที่วัดได้จากการวัดอุณหภูมิจากหัวฉีดของเทอร์โมมิเตอร์ดังแสดงในตารางที่ 4.1 จากตารางนี้จะได้ค่าผิดพลาดและนำมาพล็อตกราฟแสดงดังภาพที่ 4.4 และ 4.5

ภาพที่ 4.1 จอแสดงภาพอุณหภูมิที่ทำการตั้ง

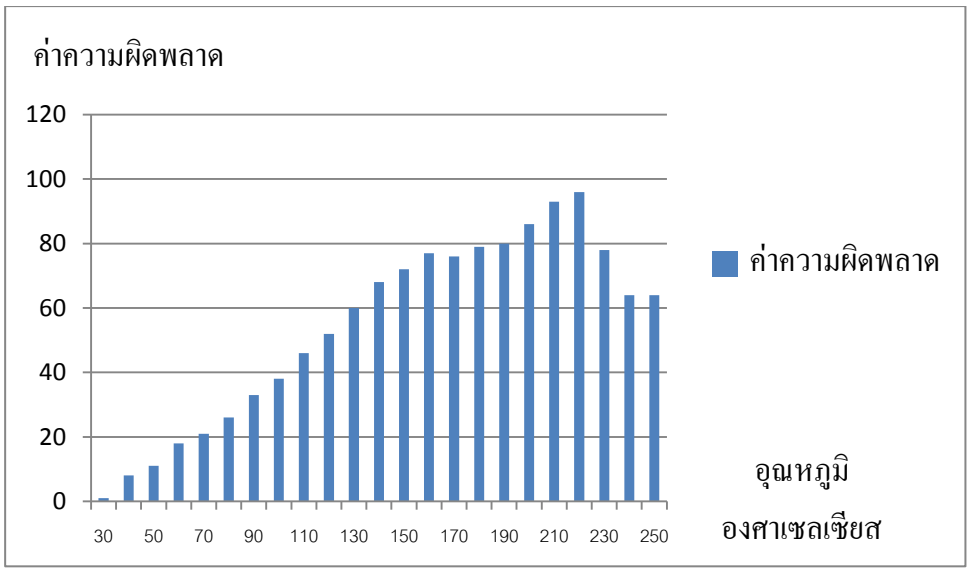


ภาพที่ 4.2 ทำการวัดค่าอุณหภูมิของหัวฉีด

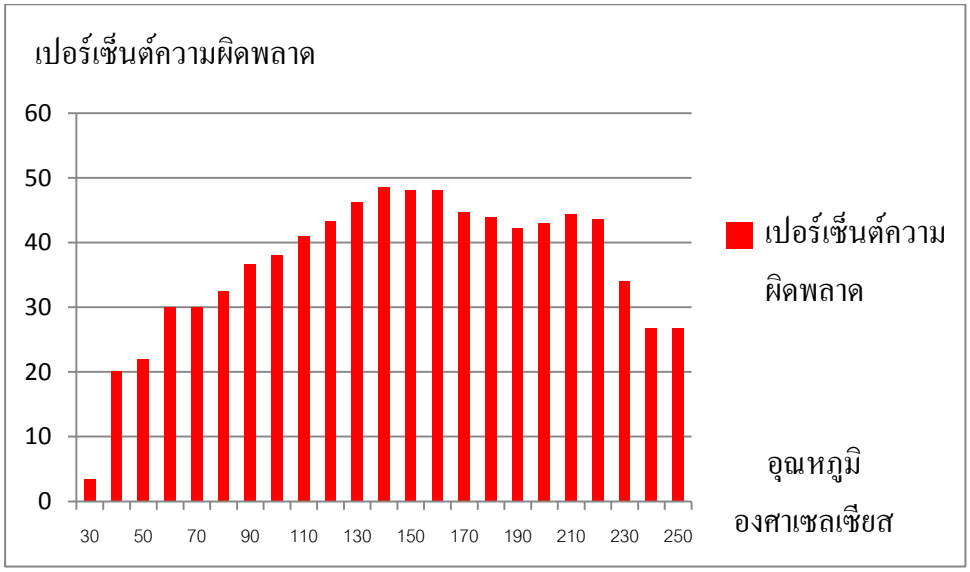
ภาพที่ 4.3 ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากหัวฉีดของเทอร์โมมิเตอร์

ตารางที่ 4.1 ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากหัวฉีด

อุณหภูมิที่ตั้ง (องศาเซลเซียส)	เทอร์โมมิเตอร์สแกน (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดพลาด (องศาเซลเซียส)	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
30	31	1	3.33
40	32	8	20
50	39	11	22
60	42	18	30
70	49	21	30
80	54	26	32.5
90	57	33	36.66
100	62	38	38
110	64	46	41
120	68	52	43.33
130	70	60	46.15
140	72	68	48.57
150	78	72	48
160	83	77	48.12
170	94	76	44.70
180	101	79	43.88
190	110	80	42.10
200	114	86	43
210	117	93	44.28
220	124	96	43.63
230	152	78	33.91
240	176	64	26.66
250	182	68	27.2
ค่าเฉลี่ย		54.391	36.392



ภาพที่ 4.4 ค่าความคลาดเคลื่อนอุณหภูมิของหัวฉีด



ภาพที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดอุณหภูมิของหัวฉีด

จากการทดลองจะเห็นว่าค่าผิดพลาดมีการแกว่งตัวอย่างไม่สม่ำเสมออาจจะเนื่องจากการวัดค่าตอนที่ทำการทดลองโดยที่อาจจะยังไม่ได้รอให้ค่ายังไม่นิ่งคงที่ อาจจะเป็นเพราะการบันทึกค่าที่วัดได้จึงทำให้ผลที่ได้เป็นแบบนี้ จากการแกว่งตัวมีค่าความผิดพลาดในช่วงต้นจะมีค่าความผิดพลาดต่ำ ประมาณ 30 - 130 องศาเซลเซียส ของค่าความผิดพลาด หรือ ประมาณ 30 - 120 องศาเซลเซียส ของเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด และช่วงกลางจะมีค่าความผิดพลาดประมาณ 140 - 220

องศาเซลเซียส ของค่าความผิดพลาด หรือ ประมาณ 130 - 210 องศาเซลเซียส ของเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด และจะกลับมาต่ำในช่วงท้ายประมาณ 230 - 250 องศาเซลเซียส ของค่าความผิดพลาด หรือ ประมาณ 220 - 250 องศาเซลเซียส ของเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้งานกับเส้นพลาสติกจะอยู่ในช่วงประมาณ 200 - 240 องศาเซลเซียส ดังนั้นจากผลการทดลองจะเห็นว่ามีค่าผิดพลาดสูงตรงนี้อาจจะต้องทำการชดเชยด้วยการเร่งอุณหภูมิให้สูงขึ้นเพื่อจะได้อุณหภูมิที่ละลายได้ดี

4.2 การทดลองวัดค่าอุณหภูมิของแผ่นความร้อน

การทดลองอุณหภูมิของแผ่นความร้อน เพื่อทดสอบค่าอุณหภูมิของแผ่นความร้อนที่ปรับตั้งจากโปรแกรมตามอุณหภูมิที่ปรับตั้งได้ที่อุณหภูมิ 0 - 90 องศาเซลเซียส ของแผ่นความร้อน ซึ่งจะสามารถทำความร้อนได้ตามที่ตั้งค่าได้หรือไม่ ดังนั้นแผ่นความร้อนจะสามารถยึดติดพลาสติกเข้ากับแผ่นความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 80 - 90 องศาเซลเซียส ของเส้นพลาสติกแบบ ABS และอุณหภูมิประมาณ 50 - 70 องศาเซลเซียส ของเส้นพลาสติกแบบ PLA และทำการวัดอุณหภูมิของแผ่นความร้อนตั้งแต่ 30 - 90 องศาเซลเซียส และได้ทำการวัดโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์สแกนโดยวัดตามจุดดังแสดงในภาพที่ 4.6 ซึ่งโดยการเรียงตำแหน่งจุดจะเรียงลำดับอุณภูมิที่น่าจะต่ำซึ่งจะเกิดที่ขอบและอุณภูมิกลางและอุณหภูมิสูงสุด 4.7 จอแสดงภาพอุณหภูมิที่ทำการตั้ง 4.8 จะได้ค่าที่วัดได้จากการวัดอุณหภูมิจากหัวฉีดของเทอร์โมมิเตอร์จะมีค่าที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.2 จากตารางนี้จะได้ค่าผิดพลาดและนำมาพล็อตกราฟแสดงดังภาพที่ 4.9 ถึง 4.21

ภาพที่ 4.6 จุดที่วัดอุณหภูมิของหัวฉีด

ภาพที่ 4.7 จอแสดงภาพอุณหภูมิที่ทำการตั้ง

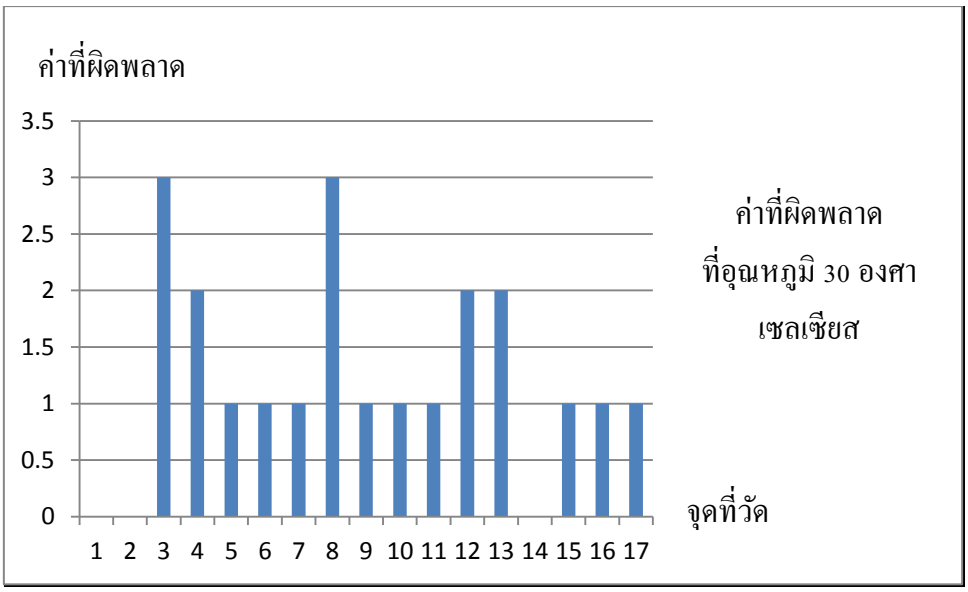
ภาพที่ 4.8 ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากหัวฉีดของเทอร์โมมิเตอร์

ตารางที่ 4.2 ค่าอุณหภูมิที่วัดได้และค่าความผิดพลาด

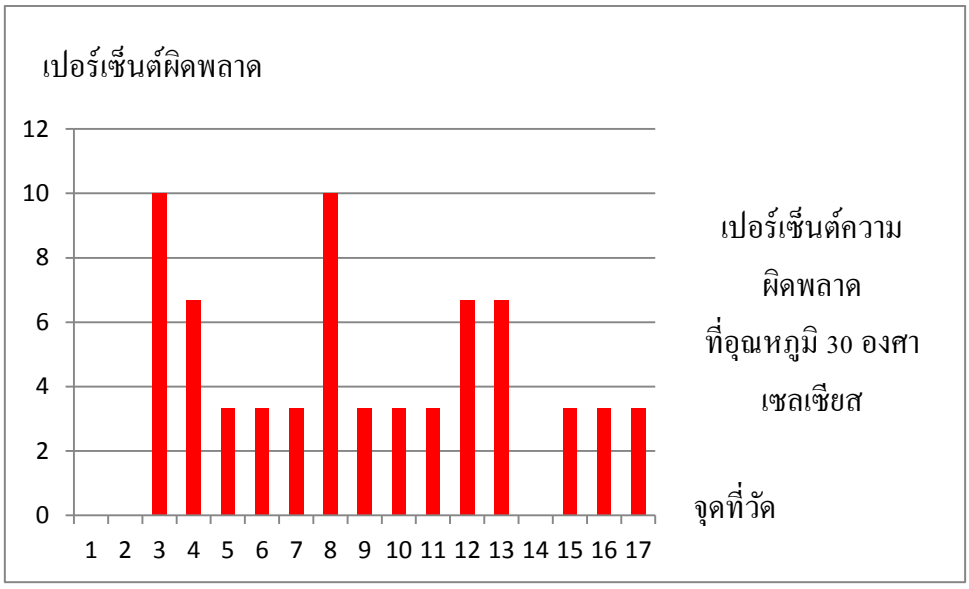
จุด	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)							ค่าความผิดพลาด (องศาเซลเซียส)						
	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1	30	38	46	52	58	66	85	0	2	4	8	12	14	5
2	30	41	53	63	77	87	98	0	1	3	3	7	7	8
3	27	34	41	49	57	67	80	3	6	9	11	13	13	10
4	32	40	50	56	66	72	91	2	0	0	4	4	8	1
5	29	38	50	60	70	83	83	1	2	0	0	0	3	7
6	29	37	43	50	60	62	66	1	3	7	10	10	18	24
7	29	36	45	51	60	65	73	1	4	5	9	10	15	17
8	27	34	41	47	55	60	60	3	6	9	13	15	20	30
9	31	41	53	64	75	82	92	1	1	3	4	5	2	2
10	31	43	55	67	80	93	100	1	3	5	3	10	13	10
11	29	40	51	61	73	88	93	1	0	1	1	3	8	3
12	32	42	53	66	75	87	94	2	2	3	6	5	7	4
13	32	44	6	68	81	94	101	2	4	6	8	11	14	11
14	30	40	51	63	74	88	92	0	0	1	3	4	8	2
15	31	41	51	61	74	77	91	1	1	1	1	4	3	1
16	31	41	52	62	74	85	95	1	1	2	2	4	5	5
17	29	39	49	59	69	79	87	1	1	1	1	1	1	3
ค่าเฉลี่ย								1.2	2.2	3.5	5.1	6.9	9.3	8.4

ตารางที่ 4.3 ค่าอุณหภูมิที่วัดได้และเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

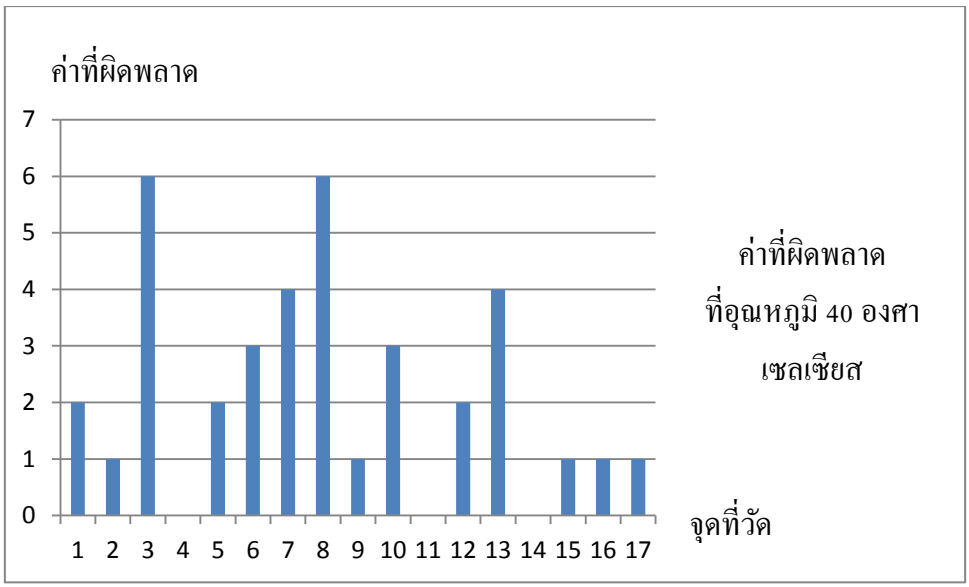
จุด	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)							เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (องศาเซลเซียส)						
	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1	30	38	46	52	58	66	85	0	5	8	13	17	17	5.5
2	30	41	53	63	77	87	98	0	2.5	6	5	10	8.7	8.9
3	27	34	41	49	57	67	80	10	15	18	18	18	16	11
4	32	40	50	56	66	72	91	6.7	0	0	6.7	5.7	10	1.1
5	29	38	50	60	70	83	83	3.3	5	0	0	0	3.7	7.8
6	29	37	43	50	60	62	66	3.3	7.5	14	17	14	22	27
7	29	36	45	51	60	65	73	3.3	10	10	15	14	19	19
8	27	34	41	47	55	60	60	10	15	18	22	21	25	33
9	31	41	53	64	75	82	92	3.3	2.5	6	6.7	7.1	2.5	2.2
10	31	43	55	67	80	93	100	3.3	7.5	10	5	14	16	11
11	29	40	51	61	73	88	93	3.3	0	2	1.7	4.3	12	3.3
12	32	42	53	66	75	87	94	6.7	5	6	10	7.1	8.7	4.4
13	32	44	6	68	81	94	101	6.7	10	12	13	16	17	12
14	30	40	51	63	74	88	92	0	0	2	5	5.7	12	2.2
15	31	41	51	61	74	77	91	3.3	2.5	2	1.7	5.7	3.7	1.1
16	31	41	52	62	74	85	95	3.3	2.5	4	3.3	5.7	6.2	5.5
17	29	39	49	59	69	79	87	3.3	2.5	2	1.7	1.4	1.2	3.3
ค่าเฉลี่ย								4.1	5.4	7.0	8.5	9.9	12	9.3



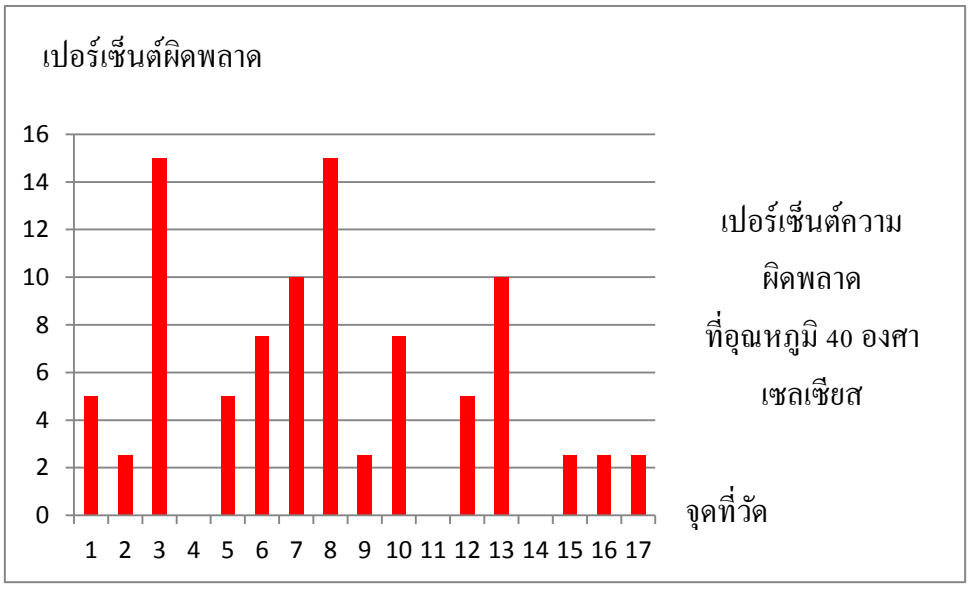
ภาพที่ 4.9 ค่าความผิดพลาดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส



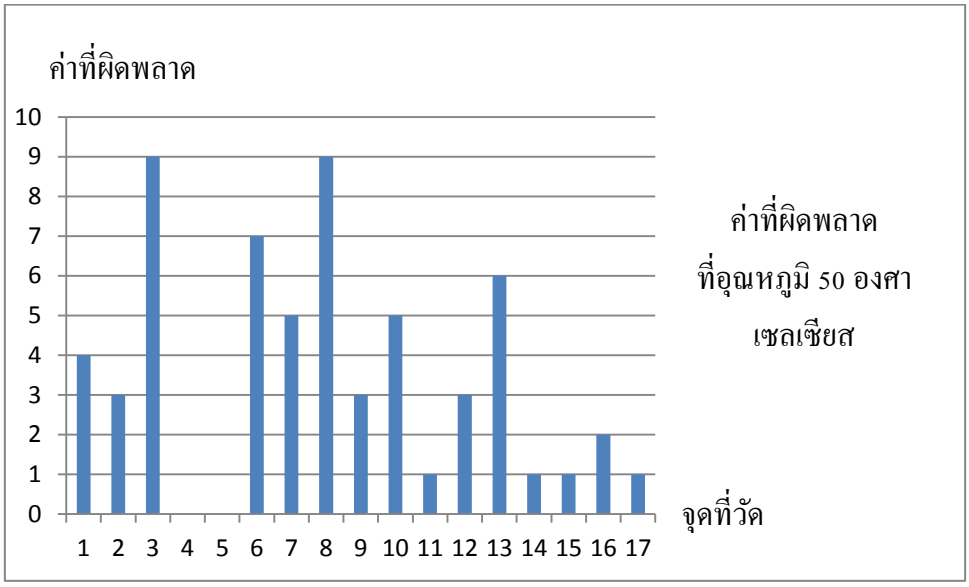
ภาพที่ 4.10 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส



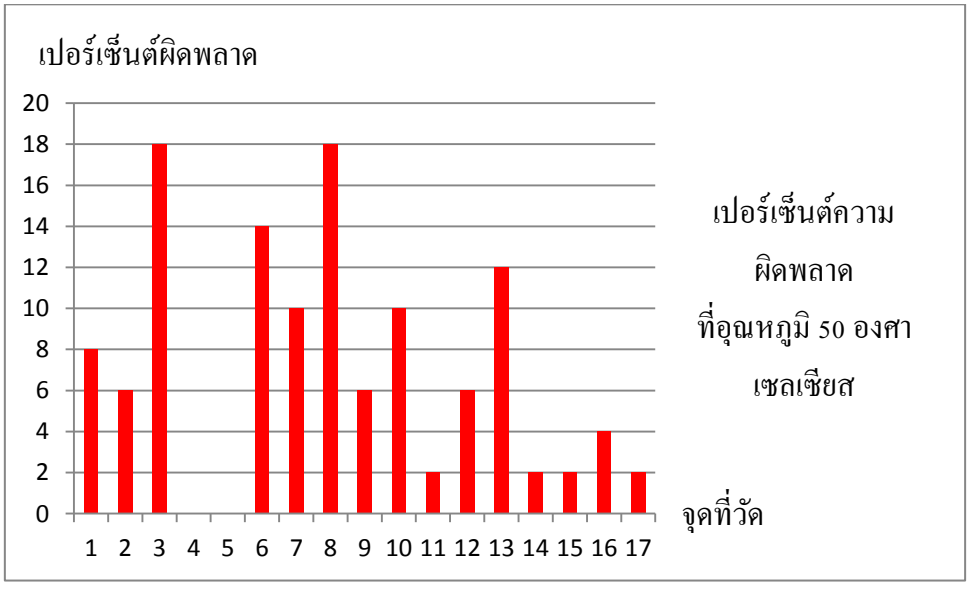
ภาพที่ 4.11 ค่าความผิดพลาดที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส



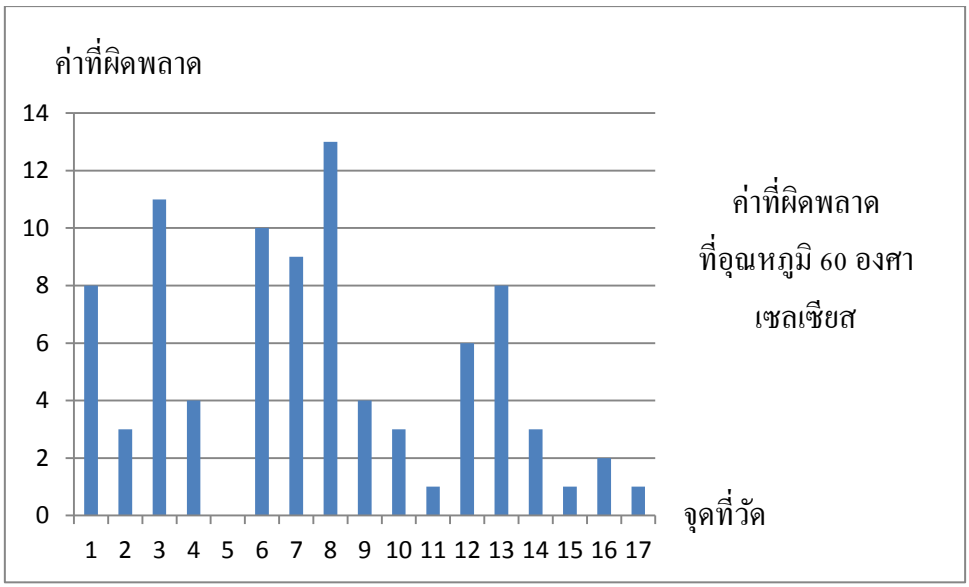
ภาพที่ 4.12 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส



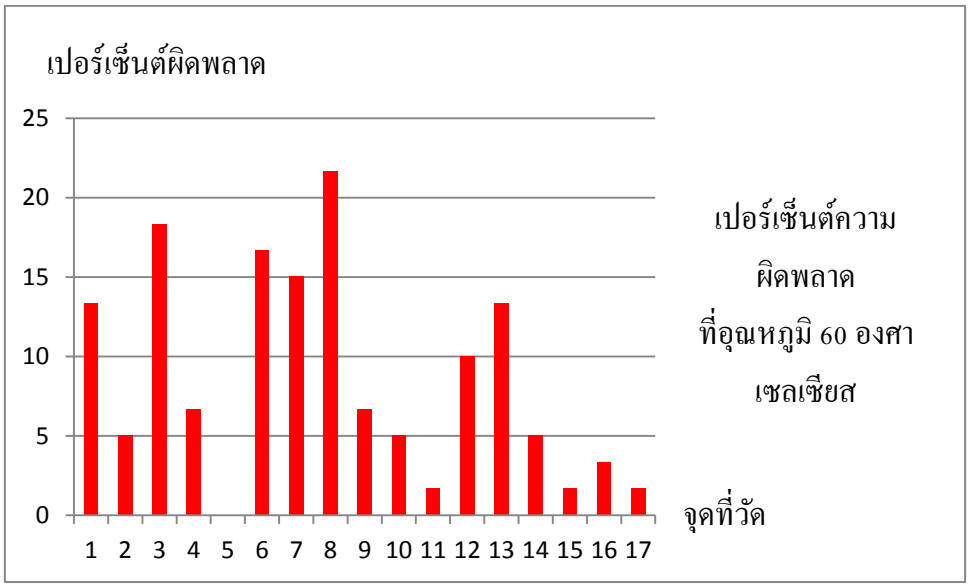
ภาพที่ 4.13 ค่าความผิดพลาดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส



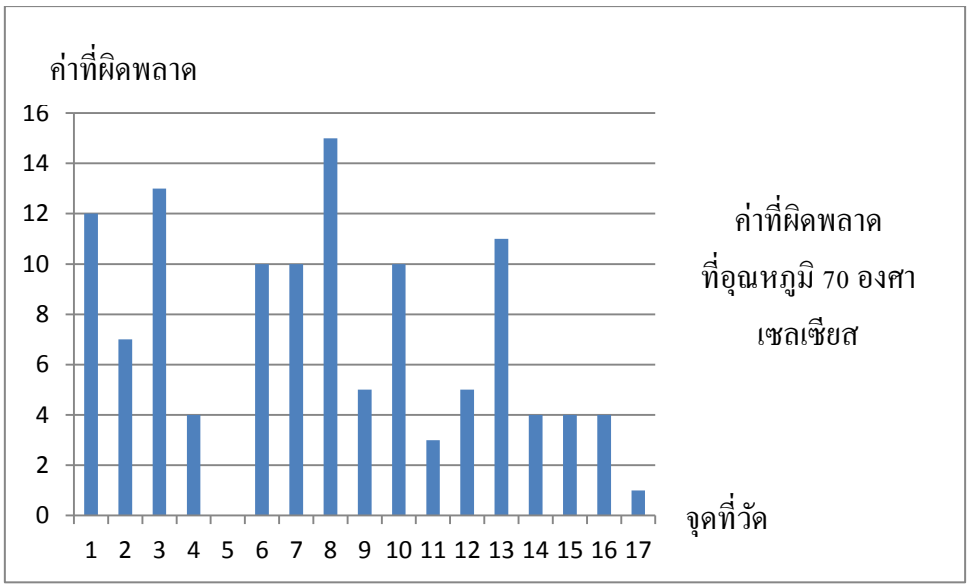
ภาพที่ 4.14 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส



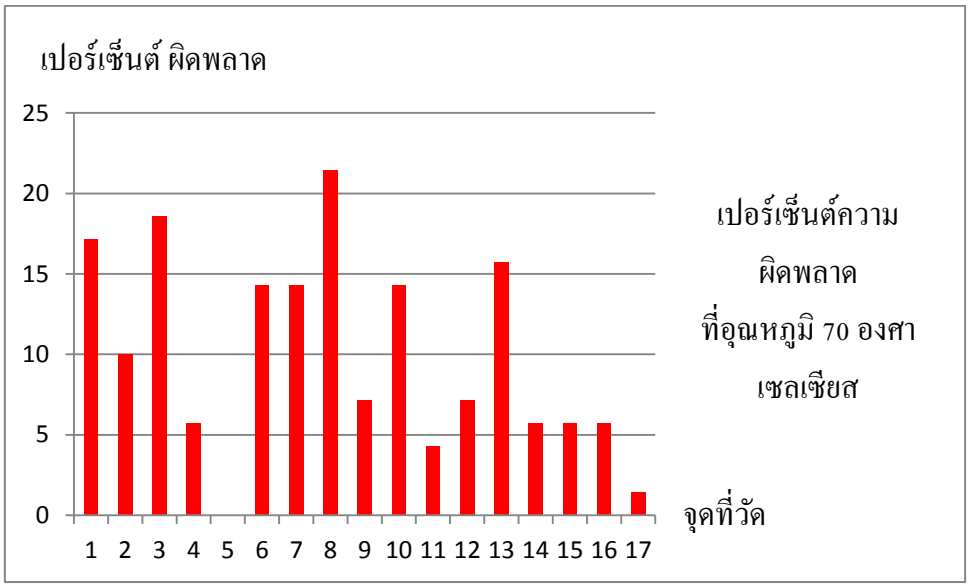
ภาพที่ 4.15 ค่าความผิดพลาดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส



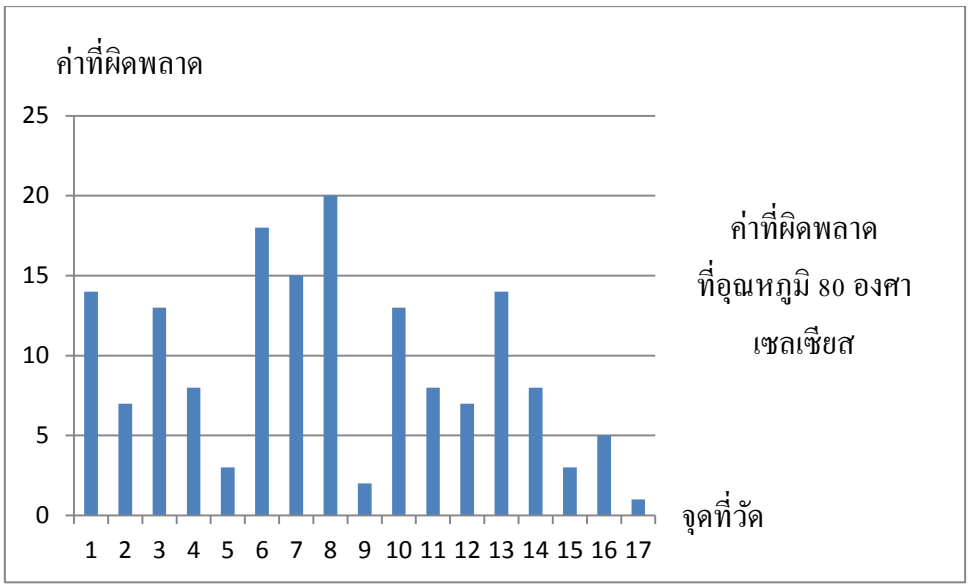
ภาพที่ 4.16 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส



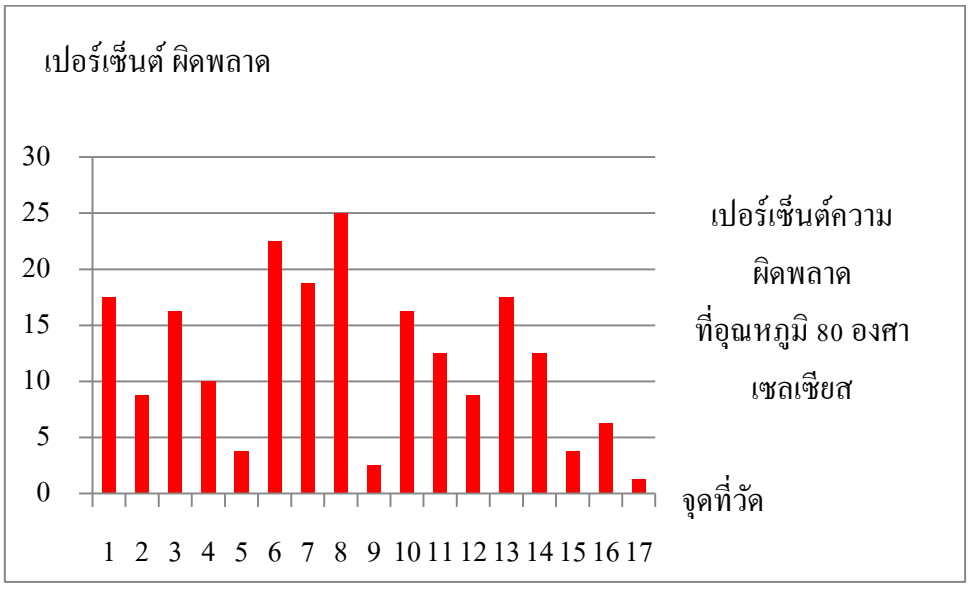
ภาพที่ 4.17 ค่าความผิดพลาดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส



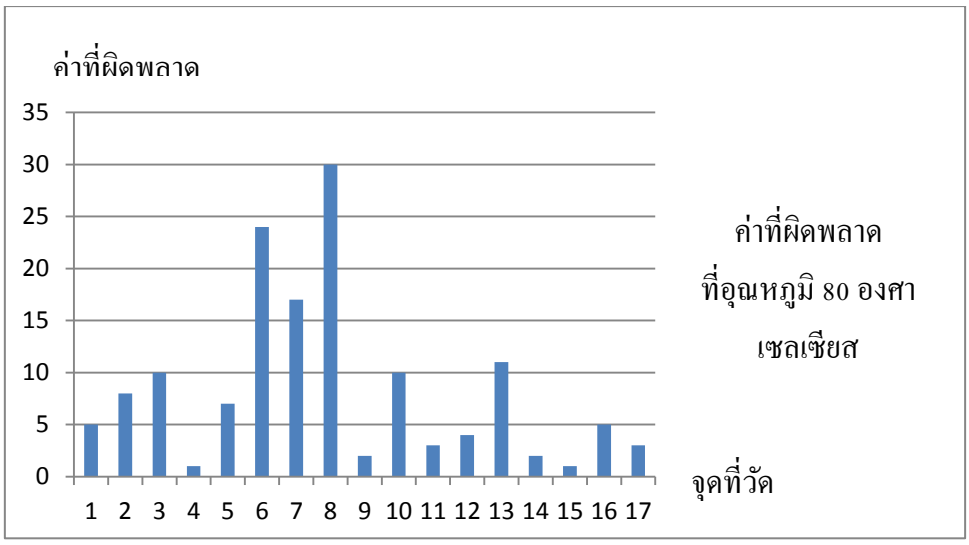
ภาพที่ 4.18เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส



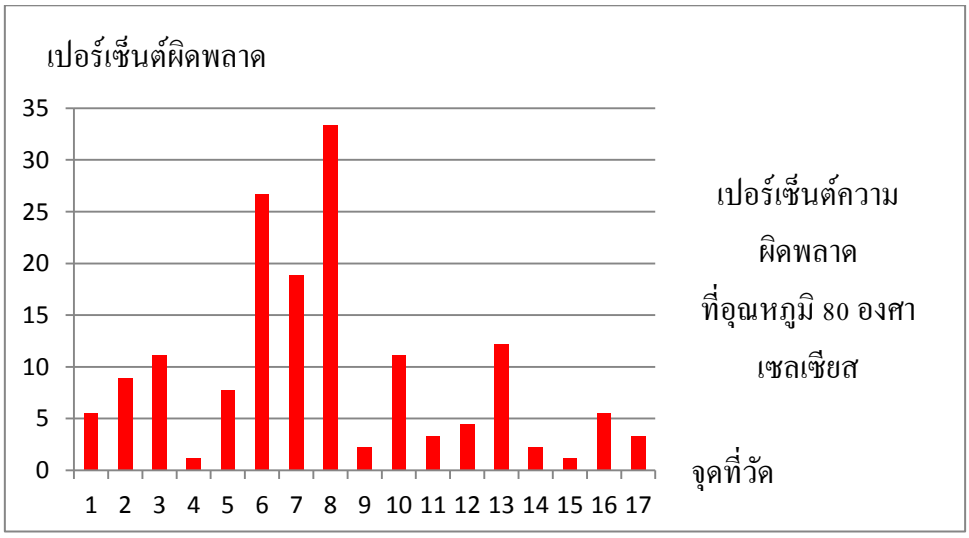
ภาพที่ 4.19 ค่าความผิดพลาดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.20 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.21 ค่าความผิดพลาดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

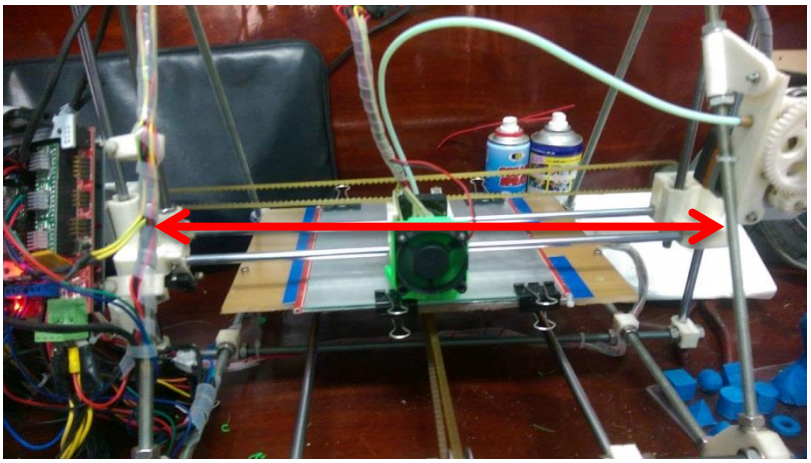


ภาพที่ 4.22 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

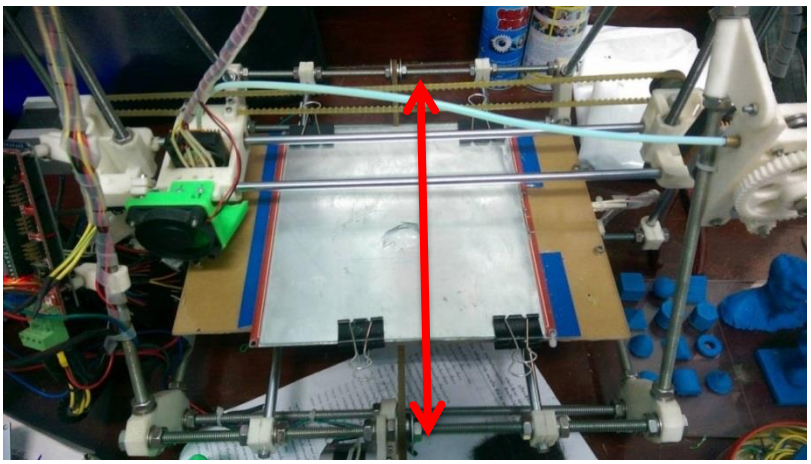
จากการทดลองจะเห็นว่าค่าผิดพลาดมีการแกว่งตัวอย่างไม่สม่ำเสมออาจจะเนื่องจากการวัดค่าตอนที่ทำการทดลองโดยที่อาจจะยังไม่ได้รอให้ค่ายังไม่นิ่งคงที่ อาจจะเป็นเพราะการบันทึกค่าจึงทำให้ผลที่ได้เป็นแบบนี้ จากกราฟควรจะพิมพ์เส้นพลาสติกบนแผ่นความร้อนในจุดที่ 9 - 17 ซึ่งจากผลการทดลองในช่วงนี้มีอุณหภูมิที่ผิดพลาดต่ำเนื่องจากแผ่นความร้อนมีอุณหภูมิที่ทำได้ดีควรจะพิมพ์ในจุดนี้ และ ควรจะหลีกเลี่ยงตำแหน่งที่ไม่ควรพิมพ์ในจุดที่ 1 - 8 จากผลการทดลองในช่วงนี้มีอุณหภูมิที่ผิดพลาดสูงซึ่งไม่ควรจะพิมพ์ในจุดนี้

4.3 การทดลองบอร์ดขับเคลื่อนสเต็ปปิ้งมอเตอร์

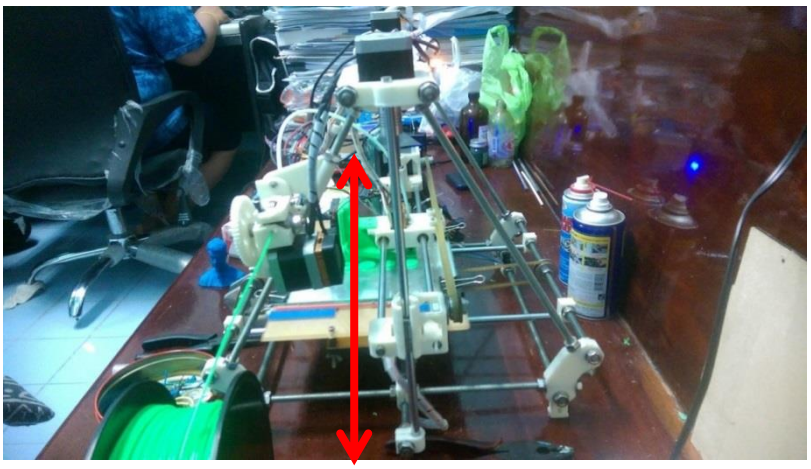
การทดลองการขับเคลื่อนสเต็ปปิ้งมอเตอร์เพื่อทดสอบสเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่ทำการออกแบบว่าสามารถออกแบบตามที่ต้องการได้หรือไม่และทำการติดตั้งสเต็ปปิ้งมอเตอร์ เข้ากับชุดโครงสร้าง แกน X, Y, Z, หัวฉีด เพื่อทดสอบการขับเคลื่อนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ด้วยการสั่งโปรแกรมไปขับเคลื่อนแกน X ให้เคลื่อนที่ไปทางด้านซ้ายและด้านขวา ดังแสดงในภาพที่ 4.23 และ แกน Y เคลื่อนที่ด้านหน้าด้านหลังดังแสดงในภาพที่ 4.24 และ แกน Z สามารถเคลื่อนที่ขึ้นและลงได้ตามที่ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 4.25



ภาพที่ 4.23 การขับเคลื่อนสเต็ปปิ้งมอเตอร์แกน X



ภาพที่ 4.24 การขับเคลื่อนสเต็ปปิ้งมอเตอร์แกน Y



ภาพที่ 4.25 การขับเคลื่อนสเต็ปปิ้งมอเตอร์แกน Z

4.4 การเปรียบเทียบเส้นพลาสติกชนิด ABS กับ PLA

จากการทดลองหัวข้อที่ 4.1 การทดลองอุณหภูมิหัวฉีด, 4.2 การทดลองอุณหภูมิแผ่นความร้อน และ 4.3 การทดลองบอร์ดขับเคลื่อนสเต็ปปิ้งมอเตอร์ จึงได้นำอุปกรณ์ที่ได้ทำการทดลองทั้งหมดมาติดตั้งเป็นเครื่องพิมพ์ 3 มิติ แล้วได้ทำการพิมพ์ชิ้นงานโดยใช้เส้นพลาสติก ABS และ PLA โดยได้สั่งพิมพ์ชิ้นงานจากโปรแกรม และได้นำผลการทดลองมาเปรียบเทียบ ความละเอียด, ความแข็งแรงและความคมชัด ของเส้นพลาสติก ABS (สีน้ำเงิน) กับ PLA (สีเขียว) ดังแสดงในภาพที่ 4.26

ภาพที่ 4.26 การเปรียบเทียบระหว่างพลาสติก ABS กับ PLA