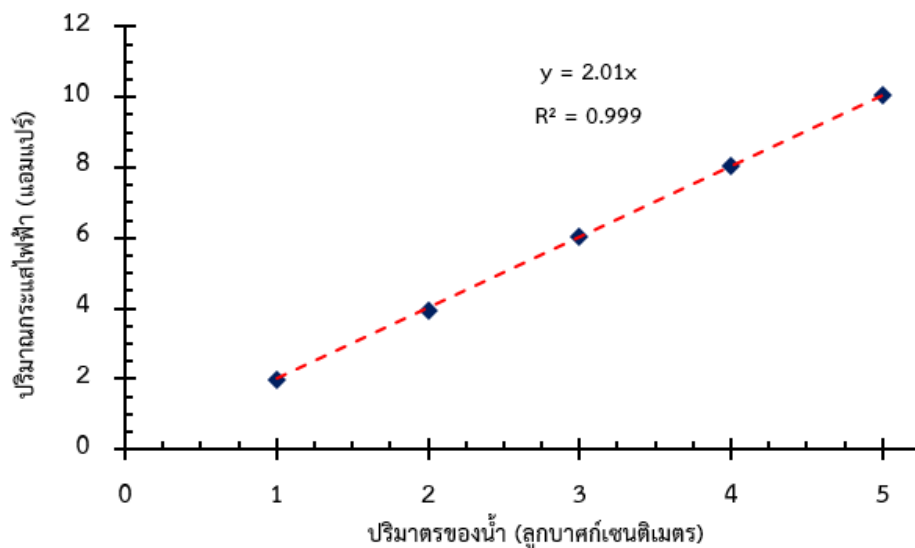


## บทที่ 4 ผลการวิจัย

ผลการวัดความหนาแน่นของน้ำ น้ำมันมะกอกและน้ำมันละหุ่งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้ชุดวัดความหนาแน่นของของเหลวอย่างง่ายด้วยแรงแม่เหล็กซึ่งประกอบด้วยแท่งแม่เหล็กถาวร 2 แท่ง ยาวแท่งละ 9.0 เซนติเมตร วางขนานกันห่าง 3.0 เซนติเมตร เมื่อวัดสนามแม่เหล็กด้วยเทสลามิเตอร์ พบว่า สนามแม่เหล็กที่กึ่งกลางของแท่งแม่เหล็กทั้งสองมีความเข้ม 55 มิลลิเทสลา

### 4.1 ผลการวัดความหนาแน่นของน้ำ

ผลการวัดความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ด้วยชุดวัดความหนาแน่นของของเหลวด้วยแรงแม่เหล็ก โดยทำการทดลองซ้ำ 10 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย พบว่า ปริมาณกระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำ โดยมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงมีความชัน 2.01 แอมแปร์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสไฟฟ้ากับปริมาตรของน้ำ

เมื่อนำมาคำนวณค่าความหนาแน่น แล้วพบว่ามีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 1,013 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความหนาแน่นมาตรฐานของน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าประมาณ 997 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่ามีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 1.6

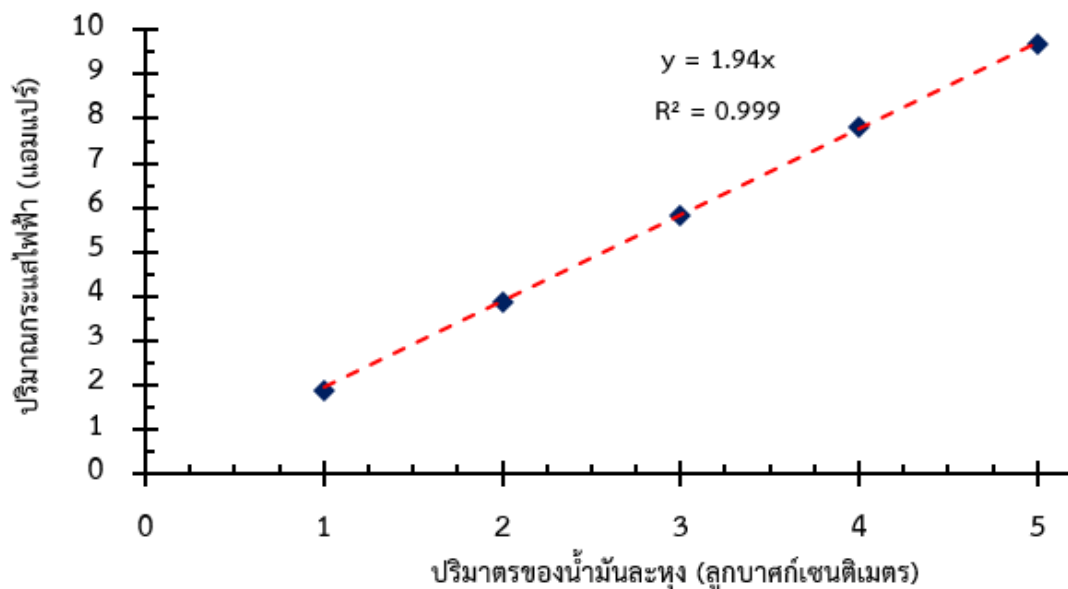
ตารางที่ 4.1 ปริมาณกระแสไฟฟ้า ความหนาแน่นของน้ำ และร้อยละของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากกชชุดวัด ความหนาแน่นของของเหลวด้วยแรงแม่เหล็ก

ปริมาณน้ำ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ครั้งที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย	
1.00	$I$ (A)	1.98	1.99	1.97	1.98	1.98	1.98	1.96	1.97	1.97	1.96	1.97
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	1,000.10	1,005.15	995.05	1,000.10	1,000.10	1,000.10	990.00	995.05	995.05	990.00	997.07
	$error$ (%)	0.01	0.52	0.49	0.01	0.01	0.01	1.00	0.49	0.49	1.00	0.29
2.00	$I$ (A)	3.97	3.95	3.95	3.96	3.94	3.94	3.95	3.93	3.95	3.94	3.95
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	1,002.63	997.58	997.58	1,000.10	995.05	995.05	997.58	992.53	997.58	995.05	997.07
	$error$ (%)	0.26	0.24	0.24	0.01	0.49	0.49	0.24	0.75	0.24	0.49	0.29
3.00	$I$ (A)	5.96	6.04	6.05	6.08	6.07	6.04	6.13	6.06	6.04	6.06	6.05
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	1,003.47	1,016.94	1,018.62	1,023.67	1,021.99	1,016.94	1,032.09	1,020.31	1,020.31	1,016.94	1,019.13
	$error$ (%)	0.35	1.69	1.86	2.37	2.20	1.69	3.21	2.03	1.69	2.03	1.91
4.00	$I$ (A)	8.06	8.07	8.06	8.06	8.05	8.05	8.03	8.06	8.01	8.03	8.05
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	1,017.78	1,019.04	1,017.78	1,019.04	1,016.52	1,016.52	1,013.99	1,017.78	1,011.47	1,013.99	1,016.27
	$error$ (%)	1.78	1.90	1.78	1.78	1.65	1.65	1.40	1.78	1.15	1.40	1.63
5.00	$I$ (A)	10.08	10.09	10.06	10.08	10.05	9.99	10.10	10.01	10.08	10.11	10.07
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	1,018.29	1,019.30	1,016.27	1,018.29	1,015.26	1,009.19	1,020.31	1,011.21	1,018.29	1,021.32	1,016.77
	$error$ (%)	1.83	1.93	1.63	1.83	1.53	0.92	2.03	1.12	1.83	2.13	1.68

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้า ที่ใช้ในการทดลอง พบว่า ชุดชั่งวัดความหนาแน่นของของเหลวด้วยแรงแม่เหล็กต้องใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 1.96 – 10.11 แอมแปร์ ขึ้นอยู่ปริมาณของน้ำ 1.00 - 5.00 ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อนำผลการคำนวณค่าความหนาแน่น พบว่าน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 990 - 1,032.09 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อนำไปเทียบกับค่าความหนาแน่นมาตรฐานของน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่า 997 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า มีความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่างร้อยละ 0.01 ถึง 3.21 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 5.0 ดังนั้นชุดชั่งวัดความหนาแน่นของของเหลวด้วยแรงแม่เหล็กอย่างง่ายที่สร้างขึ้นจึงน่ามีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำไปชั่งวัดความหนาแน่นของเหลวชนิดอื่นๆ

#### 4.2 ผลการวัดความหนาแน่นของน้ำมันละหุง

การวัดความหนาแน่นของน้ำมันละหุงจำนวน 10 ครั้ง ดังแสดงในภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าปริมาณกระแสไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น 1.94 แอมแปร์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อนำไปหาค่าความหนาแน่นพบว่า น้ำมันละหุงมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 978 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและนำมาเปรียบเทียบกับความหนาแน่นมาตรฐานที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งเท่ากับ 956 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 2.3



ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสไฟฟ้ากับปริมาณของน้ำมันละหุง

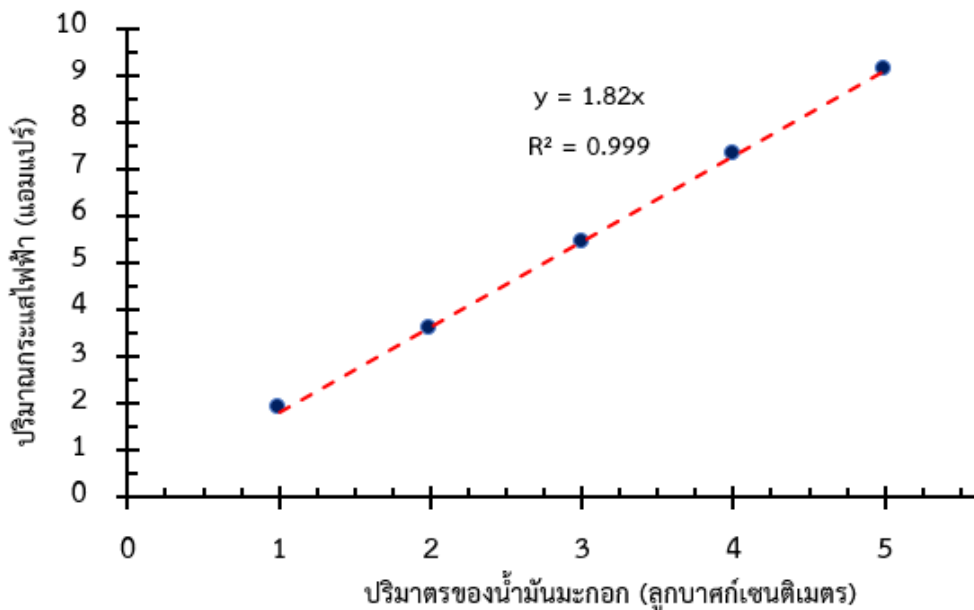
ตารางที่ 4.2 ปริมาณกระแสไฟฟ้า ความหนาแน่นของน้ำมันละหุงและร้อยละของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากชุดวัดความหนาแน่นของของเหลวด้วยแรงแม่เหล็ก

ปริมาณน้ำมันละหุง (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ครั้งที่										เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.00	$I$ (A)	1.93	1.85	1.81	1.85	1.85	1.87	1.91	1.84	1.90	1.85	1.87
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	974.85	934.44	914.23	934.44	934.44	944.54	964.74	929.39	959.69	934.44	942.52
	error (%)	0.01	0.52	0.49	0.01	0.01	0.01	1.00	0.49	0.49	1.00	0.29
2.00	$I$ (A)	3.81	3.85	3.81	3.85	3.75	3.91	3.90	3.88	3.84	3.87	3.85
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	962.22	972.32	962.22	972.32	947.07	987.47	984.95	979.90	969.80	977.37	971.56
	error (%)	0.26	0.24	0.24	0.01	0.49	0.49	0.24	0.75	0.24	0.49	0.29
3.00	$I$ (A)	5.80	5.75	5.63	5.67	5.82	5.86	5.87	5.90	5.90	5.85	5.81
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	976.53	968.11	947.91	954.64	986.63	988.32	988.32	993.37	993.37	984.95	977.37
	error (%)	0.35	1.69	1.86	2.37	2.20	1.69	3.21	2.03	1.69	2.03	1.91
4.00	$I$ (A)	7.77	7.77	7.78	7.77	7.86	7.84	7.95	7.82	7.83	7.82	7.82
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	981.16	981.16	982.42	981.16	992.53	990.00	1,003.89	987.47	988.74	987.47	987.60
	error (%)	1.78	1.90	1.78	1.78	1.65	1.65	1.40	1.78	1.15	1.40	1.63
5.00	$I$ (A)	9.90	9.85	9.59	9.52	9.57	9.64	9.72	9.77	9.66	9.78	9.70
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	1,000.10	995.05	968.79	961.71	966.77	973.84	981.92	986.97	975.86	987.98	979.90
	error (%)	1.83	1.93	1.63	1.83	1.53	0.92	2.03	1.12	1.83	2.13	1.68

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง พบว่า ชุดชั่งวัดความหนาแน่นของของเหลวด้วยแรงแม่เหล็กต้องใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 1.81 – 9.90 แอมป์แปร์ ขึ้นอยู่กับปริมาตรของน้ำมันมะหุง (1.00 ถึง 5.00 ลูกบาศก์เซนติเมตร) เมื่อนำผลการคำนวณค่าความหนาแน่น พบว่าน้ำมันมะหุง มีค่าความหนาแน่น อยู่ระหว่าง 929.39 - 1,000.1 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ ความหนาแน่นมาตรฐานของน้ำมันมะหุง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (956 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) พบว่า มีความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่างร้อยละ 0.01 ถึง 3.20 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 5.0 ดังแสดงในตารางที่ 4.2

#### 4.3 ผลการวัดความหนาแน่นของน้ำมันมะกอก

ภาพที่ 4.3 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าและปริมาตรของน้ำมันมะกอกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสโดยทำการทดลองจำนวน 10 ครั้ง แล้วพบว่า ปริมาณกระแสไฟฟ้า มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำมันมะกอก โดยเพิ่มขึ้นแบบเชิงเส้นมีความชัน 1.82 แอมป์แปร์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อนำไปหาค่าความหนาแน่น พบว่า มีค่าความหนาแน่นประมาณ 917 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่นมาตรฐาน (920 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) มีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 0.33



ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสไฟฟ้ากับปริมาตรของน้ำมันมะกอก

ตารางที่ 4.3 ปริมาณกระแสไฟฟ้า ความหนาแน่นของน้ำมันมะกอกและร้อยละของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากชุดวัดความหนาแน่นของของเหลวด้วยแรงแม่เหล็ก

ปริมาณน้ำมันมะกอก (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ครั้งที่										เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.00	$I$ (A)	1.91	1.89	1.90	1.89	1.90	1.89	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	962.64	952.56	957.60	952.56	957.60	952.56	957.60	957.60	957.60	957.60	956.59
	error (%)	4.63	3.54	4.09	3.54	4.09	3.54	4.09	4.09	4.09	4.09	3.98
2.00	$I$ (A)	3.64	3.64	3.64	3.57	3.56	3.55	3.56	3.67	3.65	3.65	3.61
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	917.28	917.28	917.28	899.64	897.12	894.60	897.12	924.84	919.80	919.80	910.48
	error (%)	0.30	0.30	0.30	2.21	2.49	2.76	2.49	0.53	0.02	0.02	1.04
3.00	$I$ (A)	5.47	5.38	5.46	5.41	5.44	5.43	5.44	5.53	5.34	5.54	5.44
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	918.96	903.84	917.28	908.88	913.92	912.24	913.92	929.04	897.12	930.72	914.59
	error (%)	0.11	1.76	0.30	1.21	0.66	0.84	0.66	0.98	2.49	1.17	0.59
4.00	$I$ (A)	7.35	7.28	7.29	7.31	7.32	7.27	7.28	7.29	7.29	7.30	7.30
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	926.10	917.28	918.54	921.06	922.32	916.02	917.28	918.54	918.54	919.80	919.55
	error (%)	0.66	0.30	0.16	0.12	0.25	0.43	0.30	0.16	0.16	0.02	0.05
5.00	$I$ (A)	9.10	9.03	9.07	9.09	9.10	9.13	9.12	9.27	9.20	9.22	9.13
	$\rho$ ( $kg / m^3$ )	917.28	910.22	914.26	916.27	917.28	920.30	919.30	934.42	927.36	929.38	920.61
	error (%)	0.30	1.06	0.62	0.41	0.30	0.03	0.08	1.57	0.80	1.02	0.07

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง พบว่า ชุดชั่งวัดความหนาแน่นของของเหลวด้วยแรงแม่เหล็กต้องใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 1.89 – 9.27 แอมป์แปร์ ขึ้นอยู่กับปริมาตรของน้ำมันมะกอก เมื่อนำผลการคำนวณค่าความหนาแน่น พบว่าน้ำมันมะกอก ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาแน่น อยู่ระหว่าง 894.6- 962.64 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับความหนาแน่นมาตรฐานของน้ำมันมะกอก (920 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) พบว่า มีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 0.02 - 4.63 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 5.0 โดยที่ผลการนำชุดชั่งวัดความหนาแน่นของของเหลวด้วยแรงแม่เหล็กที่สร้างขึ้นไปชั่งวัดความหนาแน่นของน้ำ น้ำมันละหุ่งและน้ำมันมะกอก พบว่ามีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 1,013 978 และ 917 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 1.6 2.3 และ 0.33 ตามลำดับ ดังแสดง ในตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4** ชนิดของของเหลว ความหนาแน่นมาตรฐาน ค่าความหนาแน่นที่ได้จากชุดวัดความหนาแน่นของของเหลวด้วยแรงแม่เหล็ก และร้อยละของความคลาดเคลื่อน

ชนิดของ ของเหลว	ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		ร้อยละของ ความคลาดเคลื่อน (%)
	ค่าความหนาแน่น มาตรฐาน	ชุดวัดความหนาแน่นของ ของเหลวด้วยแรงแม่เหล็ก	
น้ำ	997	1,013	1.6
น้ำมันละหุ่ง	956	978	2.3
น้ำมันมะกอก	920	917	0.33

นอกจากนี้ผลการเปรียบเทียบร้อยละของความแตกต่างของความหนาแน่นของน้ำ น้ำมันละหุ่ง และน้ำมันมะกอกที่วัดได้จากชุดชั่งวัดความหนาแน่นของของเหลวด้วยแรงแม่เหล็กกับความหนาแน่นที่วัดได้จากเครื่องวัดความหนาแน่นในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,000 960 และ 925 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่ามีค่าร้อยละความแตกต่างประมาณ 1.29 1.86 และ 0.87 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 3.0 ดังนั้นเราจึงสามารถสรุปได้ว่า ชุดชั่งวัดความหนาแน่นของของเหลวด้วยแรงแม่เหล็กอย่างง่ายที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำไปชั่งวัดความหนาแน่นของเหลว



ตารางที่ 4.5 ชนิดของของเหลว ความหนาแน่นจากเครื่องวัดความหนาแน่นในห้องปฏิบัติการ ค่าความหนาแน่นที่ได้จากชุดวัดความหนาแน่นของของเหลวด้วยแรงแม่เหล็ก และร้อยละของความแตกต่าง

ชนิดของ ของเหลว	ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		ร้อยละของ ความแตกต่าง (%)
	เครื่องวัดความหนาแน่นใน ห้องปฏิบัติการ	ชุดวัดความหนาแน่นของ ของเหลวด้วยแรงแม่เหล็ก	
น้ำ	1,000	1,013	1.29
น้ำมันละหุง	960	978	1.86
น้ำมันมะกอก	925	917	0.87

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี