

## บทที่ 4

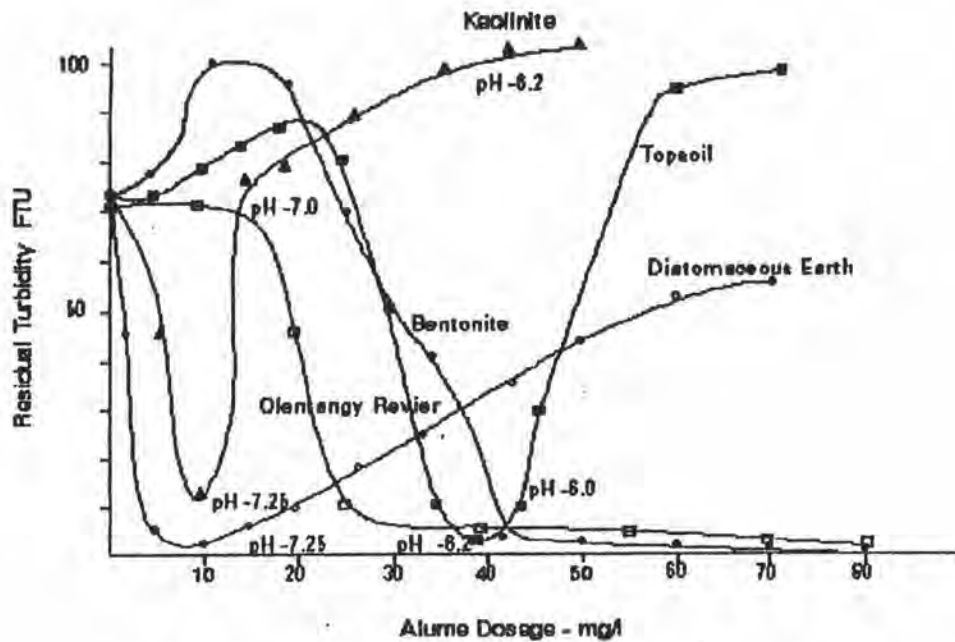
### การดำเนินการวิจัย

#### 4.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัยได้แก่น้ำซุ่นสังเคราะห์, สารส้ม, โพลีเมอร์แอนไอออน, เครื่องกรองชนิดชั้นกรองเคลื่อนที่แบบไหลขึ้นพร้อมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และเครื่องมือวิเคราะห์ความซุ่นของน้ำ

##### 4.1.1 น้ำซุ่นสังเคราะห์

ในการทดลองนี้เลือกใช้ดินคาโอลินเป็นสารที่ใช้สังเคราะห์ความซุ่น เนื่องจากพบว่าน้ำผิวดินที่นำมาผลิตเป็นน้ำประปาจะมีอนุภาคแร่ดินเหนียว จำพวกคาโอลิไนท์ (KAOLINITE) เบนโทไนท์ (BENTONITE) และเวอร์มิคูไลท์ (VERMICULITE) เป็นส่วนใหญ่ และจากการสำรวจของจุมพล คินตัก และคณะ พบว่าแร่ดินเหนียวที่พบมากที่สุดในแหล่งน้ำในประเทศไทยคือ ดินขาวซึ่งเป็นแร่ดินเหนียวประเภทคาร์โบซิลิไนท์ ที่ประกอบด้วย SILICON TETRA HEDRAL SHEET และ ALUMINIUM HYDROXIDE SHEET ลักษณะสำคัญประการหนึ่งของอนุภาคแร่ดินขาว คือมีความไม่สมดุลทางไฟฟ้า และมักจะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ เนื่องจากซิลิเกตไอออน ซึ่งมีประจุบวก 4 ใน TETRA HEDRAL SHEET สามารถถูกแทนที่โดยอลูมิเนียมไอออน ซึ่งมีประจุบวก 3 ได้ การแทนที่ของไอออนนี้มีแนวโน้มที่จะเกิดเป็นบางจุดมากกว่าจะเกิดการแทนที่แบบกระจายสม่ำเสมอ ลักษณะเช่นนี้ทำให้ดินขาวมีความไม่สมดุลของประจุไฟฟ้า และมักจะมีประจุลบเกิดขึ้น (GILLOTT 1987) เนื่องจากอนุภาคดินขาวเหล่านี้มีประจุเหมือนกัน เมื่อเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันจะเกิดแรงผลักซึ่งกันและกัน ดังนั้นปัจจัยที่ทำให้อนุภาคดินขาวสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้อย่างมีเสถียรภาพ คือแรงผลักระหว่างไอออนลบของแต่ละอนุภาค และอนุภาคดินขาวที่มีขนาดเล็กมากคืออยู่ในช่วง 0.2-2 ไมครอน ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงของอนุภาคคอลลอยด์ คือ  $10^5$  มม. ถึง  $10^3$  มม. (มันลิน ตันจูลเวศม์, 2526) และมีขนาดเล็กมากจะไม่สามารถตกตะกอนด้วยน้ำหนักตัวเองในเวลาที่จำกัด จึงเป็นสาเหตุให้สามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ และที่สำคัญประการหนึ่งคือดินขาวมี BEC (BASE EXCHANGE CAPACITY) แคบทำให้สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนแม้จะใช้ปริมาณสารส้มเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับผงดินชนิดอื่น (ปรีชา แสงพิสิทธิ์, 2531) (ดูรูปที่ 4.1)



รูปที่ 4.1 อิทธิพลของอนุภาคดินและปริมาณสารส้ม (อ้างจาก ปรีชา แสงพิสิทธิ์, 2531)

ในการวิจัยนี้ได้เตรียมน้ำขุ่นสังเคราะห์ ที่มีขนาดของอนุภาคความขุ่นในช่วงที่เล็กกว่าหรือเท่ากับ 1 ไมครอน โดยกำหนดระดับความขุ่นของน้ำขุ่นสังเคราะห์ไว้ 4 ระดับ คือ 20, 40, 60 และ 80 NTU (ดูวิธีการ เตรียมในภาคผนวก ก.)

#### 4.1.2 สารเคมี

สารเคมีที่เลือกใช้เป็นสารโคเอกกูแลนท์ ได้แก่ สารส้ม โดยใช้เกรดสำหรับห้องปฏิบัติการ (LABORATORY GRADE) ผลิตโดย FLUKA CHEMIKA ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1 และสารเคมีที่เลือกใช้เป็นสารโคเอกกูแลนท์เอต ได้แก่ โพลีเมอร์แอนไอออน ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.2



ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

SPECIFICATION OF ALUMINIUM SULFATE HEXADECYDRATE ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ )	
ASSAY (T)	> 98%
pH (5% IN WATER, 20°C)	3.0 - 4.0
CHLORIDE (Cl)	< 0.005%
Ca	< 0.01%
Cd	< 0.005%
Co	< 0.005%
Cu	< 0.005%
Fe	< 0.01%
K	< 0.01%
Na	< 0.05%
Ni	< 0.005%
Pb	< 0.005%
Zn	< 0.005%

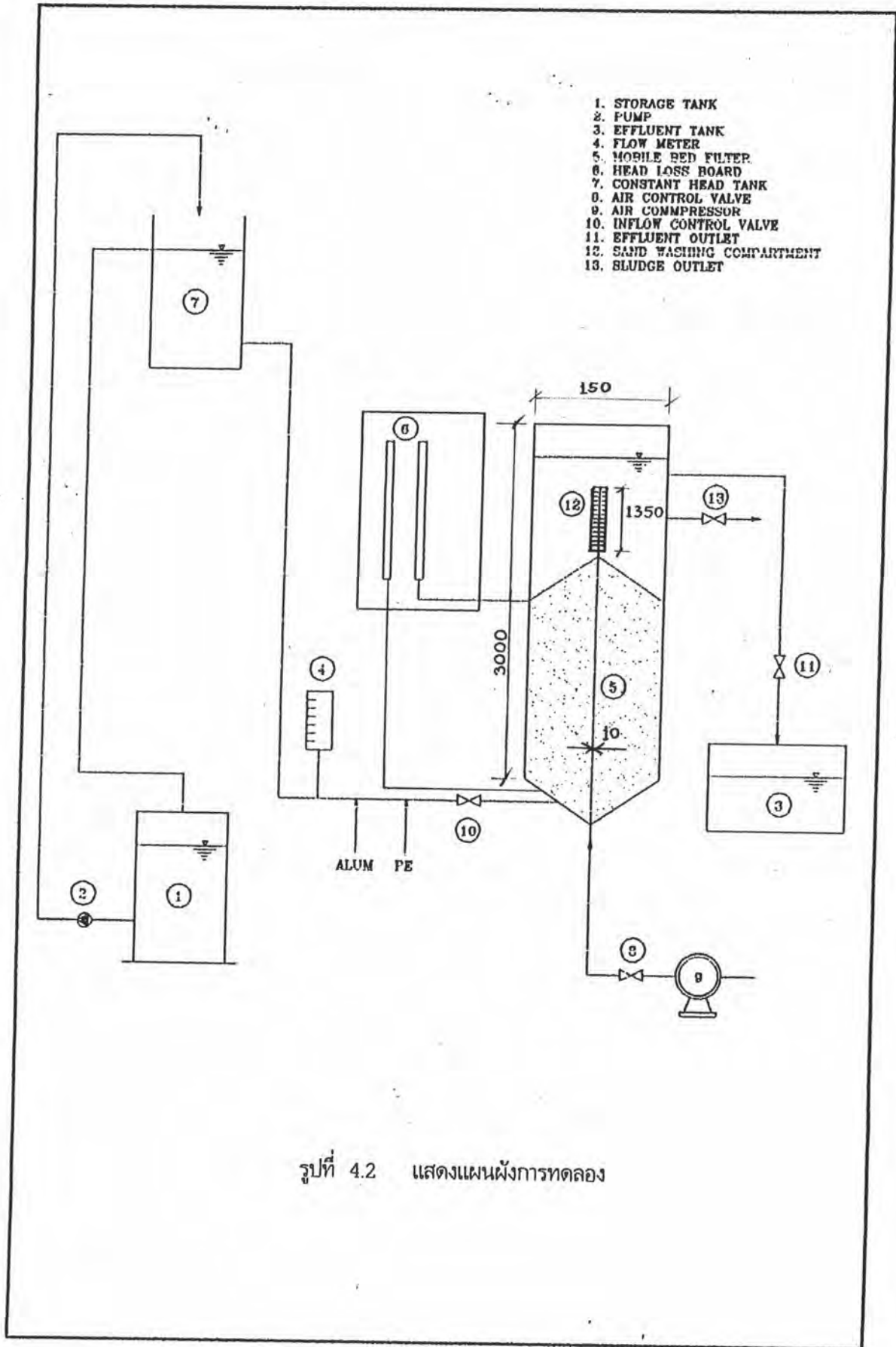
## ตารางที่ 4.2 รายละเอียดของโพลิเมอร์ที่ใช้ในการกรอง

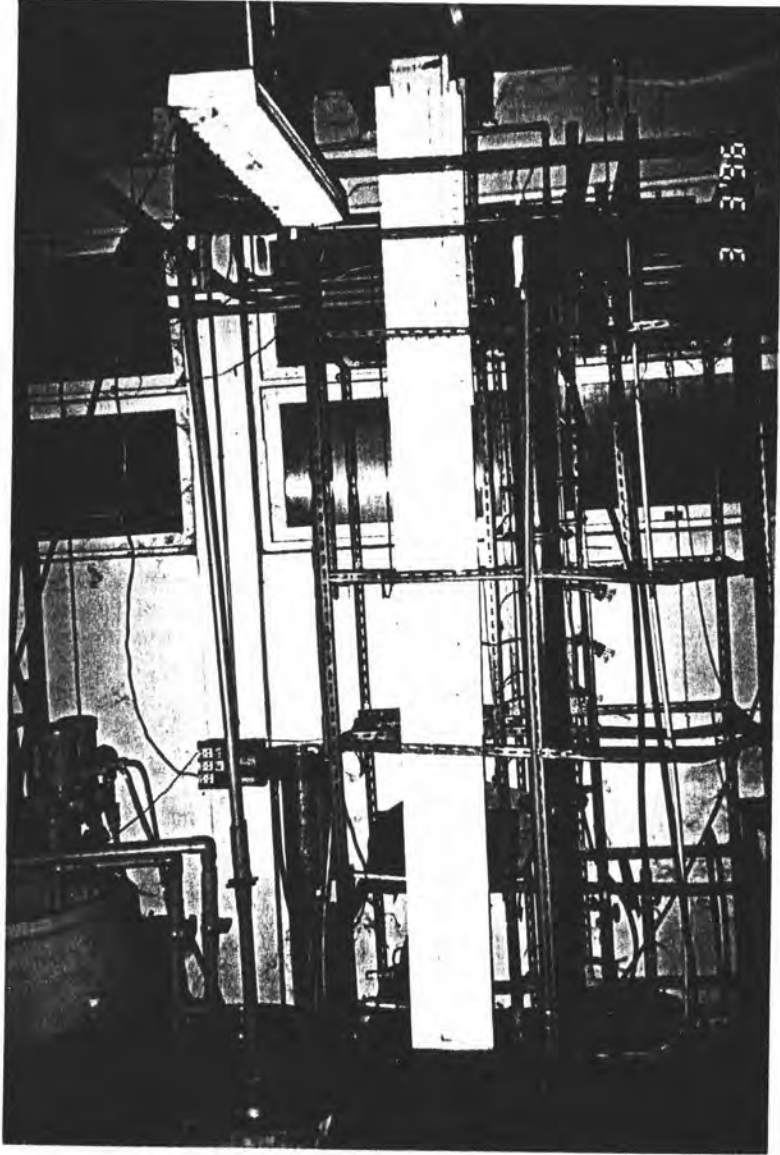
SPECIFICATION OF ANION POLYMER	
No.	R - 300
APPEARANCE	WHITE GRANULAR POWDER
MOLECULAR WEIGHT	HIGH
CHARGE DENSITY ANIONIC POLYELECTROLITE	HIGH
pH (0.1% IN WATER)	6.5 - 7.5

#### 4.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

อุปกรณ์และการติดตั้งเครื่องมือในการทดลอง แสดงไว้ในรูปที่ 4.2 ประกอบด้วย

1. เครื่องกรองที่ใช้ในการทดลองทำด้วย พลาสติกทรงกระบอกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มม. สูง 3000 มม. ประกอบด้วย ทรายหนา 1400 มม. ดังรายละเอียดต่างๆ แสดงอยู่ในรูปที่ 4.2
2. ทรายกรองขนาด 1.00 มม. (ขนาดของสารกรองที่เป็น Uniform - Sized Media)
3. ท่อน้ำทรายขนาด 10 มม. และส่วนล่างทรายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 75 มม. ยาว 1350 มม. ดังรายละเอียดต่างๆ แสดงอยู่ในรูปที่ 4.2
4. เครื่องสูบน้ำแบบทอยโข่ง "NOCCHI" ขนาด 0.50 HP. จำนวน 2 เครื่อง และเครื่องสูบน้ำชนิดจุ่มแช่ "ซูรุมิ" ขนาด 0.50 HP. จำนวน 2 เครื่อง ใช้สำหรับสูบส่งน้ำดิบและกวนน้ำดิบไม่ให้ตกตะกอน
5. ถาดตกตะกอนขนาด 650 mm.x 1500 mm. x 250 mm. จำนวน 4 ถาด
6. เครื่องสูบลำเคมีชนิด Diaphragm สำหรับสูบลำเคมีและสารช่วยสมานตะกอนยี่ห้อ IWAKI รุ่น LK-22VS02 จำนวน 2 เครื่อง
7. เครื่องอัดลม (Aircompressor) "HERO" จ่ายอากาศ 106 l/min ที่ 620 rpm. และความดันสูงสุด 10 กก./ตร.ซม.
8. เครื่องวัดความขุ่น "HACH" รุ่น 2100 A
9. เครื่องชั่งไฟฟ้า " Sartorius" รุ่น BA 210 S พิกัด 210 กรัม อ่านค่าละเอียดถึง 0.0001 กรัม สำหรับชั่งสารเคมี





รูปที่ 4.3 แสดงอุปกรณ์การทดลอง

## 4.2 ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษาแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆได้แก่

4.2.1 การเตรียมการทดลอง

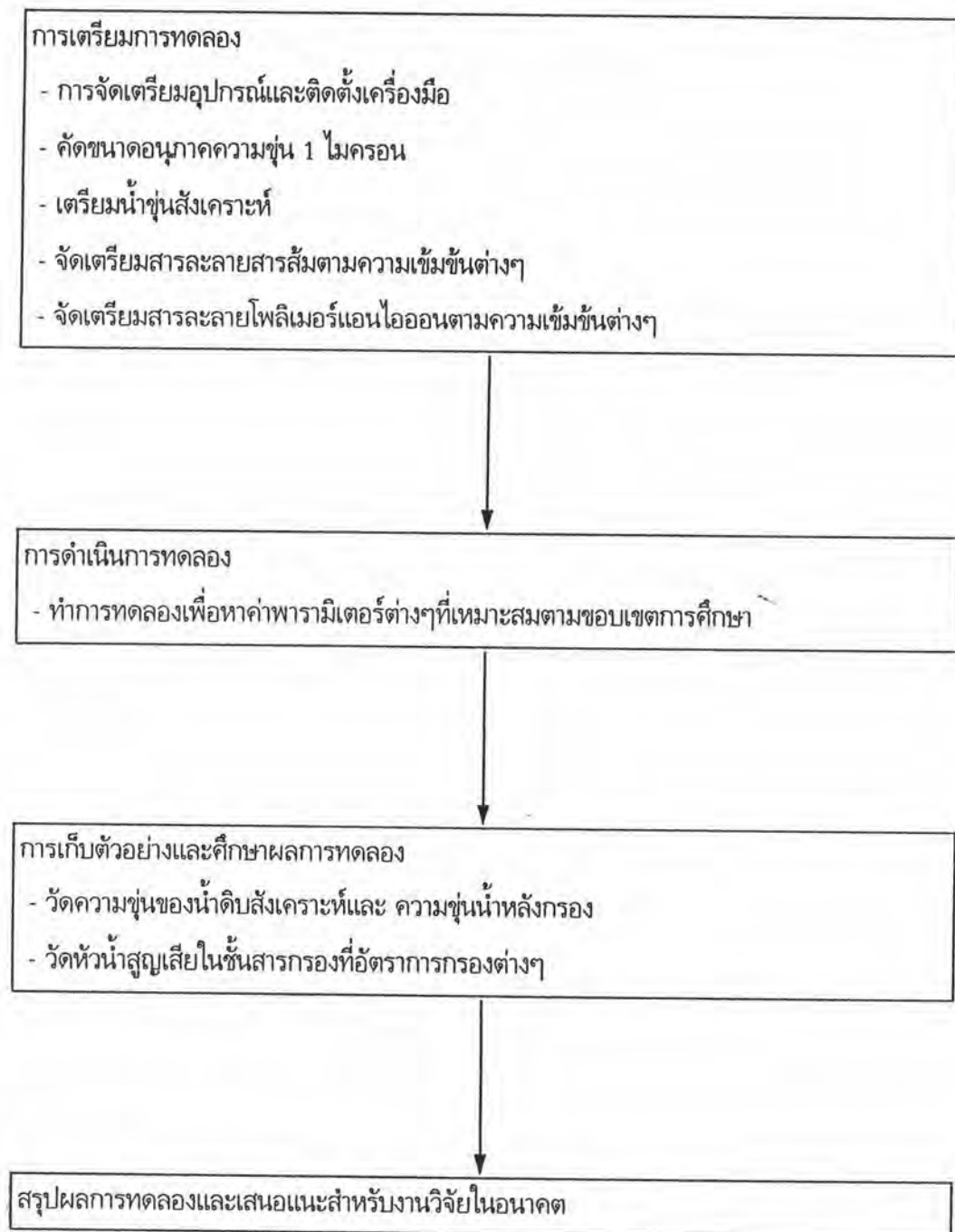
4.2.2 การดำเนินการทดลอง

4.2.3 การเก็บตัวอย่างและศึกษาผลการทดลอง

4.2.4 การสรุปผลการทดลอง และเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต



### แผนผังสรุปขั้นตอนการศึกษา



#### 4.3 การดำเนินการศึกษา แบ่งออกได้ดังนี้

##### 4.3.1 การเตรียมการทดลอง

ทำการเตรียมการประกอบและติดตั้งเครื่องมือตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมน้ำดิบสังเคราะห์จากดินคาโอลิน การเตรียมสารเคมีชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง

##### 4.3.2 การดำเนินการทดลอง

ทำการทดลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่เหมาะสมดังต่อไปนี้

4.3.2.1 การหาปริมาณความเข้มข้นของสารส้มที่เหมาะสมโดยการทดลองเปลี่ยนค่าความเข้มข้นของสารส้มเป็น 5, 10, 15 และ 20 มก./ลิตร สำหรับทุกค่าความขุ่น โดยจัดให้ค่าปริมาณโพลิเมอร์แอนไอออน, อัตราการเวียนทราย และอัตราการทิ้งน้ำล้างทรายมีค่าคงที่

4.3.2.2 การหาปริมาณความเข้มข้นของโพลิเมอร์แอนไอออนที่เหมาะสมโดยการทดลองเปลี่ยนค่าความเข้มข้นของโพลิเมอร์แอนไอออนที่ระดับความเข้มข้น 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 และ 0.25 มก./ลิตร สำหรับทุกค่าความขุ่น โดยจัดให้ค่าปริมาณสารส้ม อัตราการเวียนทราย และอัตราการทิ้งน้ำล้างทรายมีค่าคงที่

4.3.2.3 การหาอัตราการเวียนทรายที่เหมาะสม โดยการทดลองเปลี่ยนอัตราการเวียนทรายในช่วงประมาณ 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 และ 1.4 % ของปริมาตรชั้นทรายต่อนาที สำหรับทุกค่าความขุ่น โดยจัดให้ค่าปริมาณสารส้ม, ปริมาณสารโพลิเมอร์แอนไอออน และอัตราการทิ้งน้ำล้างทรายมีค่าคงที่

4.3.2.4 การหาอัตราทิ้งน้ำล้างทรายที่เหมาะสม โดยการทดลองเปลี่ยนอัตราการทิ้งน้ำล้างทรายให้อยู่ในปริมาณ 2, 5, 8, 11 และ 14 % ของอัตราการกรองสำหรับทุกค่าความขุ่นโดยจัดให้ค่าปริมาณสารส้ม, ปริมาณสารโพลิเมอร์แอนไอออน และอัตราการเวียนทรายมีค่าคงที่

โดยหลังจากทราบค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่เหมาะสมข้างต้นแล้ว จึงกำหนดค่าต่างๆ เหล่านั้นเป็นพารามิเตอร์คงที่เพื่อทดลองหาประสิทธิภาพในการลดความขุ่นของเครื่องกรองต่อไป

##### 4.3.3 การเก็บตัวอย่างและศึกษาการทดลอง

ทำการทดลองศึกษาผลของประสิทธิภาพในการลดความขุ่นของเครื่องกรอง และหัวน้ำสูญเสียที่เกิดขึ้น

ก. การหาค่าความขุ่นของน้ำที่กรองได้ เป็นการทดลองที่ต่อเนื่องมาจาก หัวข้อ 4.3.2 โดยการใช้ค่าต่างๆที่เหมาะสมของแต่ละขั้นตอนข้างต้น ในแต่ละระดับของความขุ่น และแต่ละอัตราการกรอง แล้วทำการวัดค่าความขุ่นของน้ำที่กรองได้

ข. การหาค่าหัวน้ำสูญเสีย โดยการใช้ค่าต่างๆที่เหมาะสมของแต่ละขั้นตอนข้างต้นในแต่ละระดับของความขุ่น และแต่ละอัตราการกรอง แล้วทำการวัดค่าระดับน้ำสูญเสีย

โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆดังนี้



#### 4.3.3.1 พารามิเตอร์อิสระ

- ค่าความขุ่นน้ำดิบสังเคราะห์ คือ 20, 40, 60, และ 80 NTU.
- ค่าอัตราการกรอง 4 ระดับคือ 10, 15, 20 และ 25 ลบม./ตรม.-ชม.

#### 4.3.3.2 พารามิเตอร์ตาม

- ค่าความขุ่นของน้ำหลังกรอง
- ค่าหัวน้ำสูญเสีย

#### 4.3.3.3 พารามิเตอร์คงที่

- ทราบขนาดสัมฤทธิ์ 1.00 มม. และค่า สปส. ของความไม่สม่ำเสมอ 1.40
- ความสูงของชั้นทราย 1.40 ม.
- ปริมาณความเข้มข้นของสารส้มที่ใช้
- ปริมาณความเข้มข้นของสารโพลิเมอร์แอนไอออน
- อัตราการทิ้งน้ำล้างทราย
- อัตราการเวียนทราย

#### 4.3.4 การสรุปผลการทดลองและเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

เป็นการนำผลการทดลองศึกษาในข้างต้น มาทำการวิเคราะห์และประเมินสรุป เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการลดความขุ่นของเครื่องกรองชนิดชั้นกรองเคลื่อนที่แบบไหลขึ้นตลอดจนค่าหัวน้ำสูญเสียที่เกิดขึ้น