

### บทที่ 3

#### แผนงานและการดำเนินการวิจัย

##### 3.1 แผนการทดลอง

การทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกจะดำเนินการทดลองที่โรงงานอาหารทะเล  
แช่แข็ง บนถนนเอกชัยจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 2 การทดลอง และช่วงที่สองจะดำเนินการที่  
ห้องปฏิบัติการฯ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
จำนวน 8 การทดลอง โดยทำเป็นชุดๆ ละ 2 การทดลอง รายละเอียดในแต่ละชุดการทดลอง  
แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของแต่ละชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	ลักษณะที่สำคัญ	เวลากักน้ำ (ชั่วโมง)	สถานที่ทดลอง
1	มีถังสร้างกรด	12	โรงงานฯ
2	มีถังสร้างกรด	12	โรงงานฯ
3	ไม่มีถังสร้างกรด	18	ห้องปฏิบัติการฯ
4	ไม่มีถังสร้างกรด	18	ห้องปฏิบัติการฯ
5	มีถังสร้างกรด	12	ห้องปฏิบัติการฯ
6	มีถังสร้างกรด	12	ห้องปฏิบัติการฯ
7	มีถังสร้างกรด และ 2 stage	24	ห้องปฏิบัติการฯ
8	มีถังสร้างกรด และ 2 stage	36	ห้องปฏิบัติการฯ

อุปกรณ์การทดลองที่ใช้ และการติดตั้งของแต่ละชุดการทดลองจะกล่าวโดยละเอียดในหัว  
ข้อถัดไป

เนื่องจากในการทดลองนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการบำบัดน้ำเสียจริง จึงจะไม่มี  
การปรับค่าซีโอดีของน้ำเสีย และจะทำการศึกษาค่าตัวแปรอิสระ คือ ระยะเวลากักน้ำ (hydraulic

retention time, HRT) โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 3.1 โดยที่ค่าอัตราบรรจุสารอินทรีย์ในแต่ละเวลากักน้ำนั้นจะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าซีโอดีของน้ำเสียเข้าที่มีค่าอยู่ระหว่าง 750-6,000 มก./ล.

สำหรับค่าพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแปรเปลี่ยนตามที่ทำการศึกษา ได้แก่

1. ซีโอดีทั้งหมด (Total COD)
2. พีเอช และ โออาร์พี (pH, ORP)
3. สภาพด่างทั้งหมด (Total alkalinity)
4. กรดไขมันระเหย (Volatile Fatty Acid)
5. ตะกอนแขวนลอย (Suspended Solids)
6. ปริมาณก๊าซทั้งหมด (Total gas volume)
7. เปอร์เซนต์ก๊าซมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ )

### 3.2 การเตรียมน้ำเสีย

ในการทดลองนี้จะใช้น้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง มาเติมโซดาแอช ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ประมาณ 1 กรัม/ลิตร เพื่อให้แน่ใจได้ว่ามีค่า buffer capacity มากเพียงพอ

### 3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

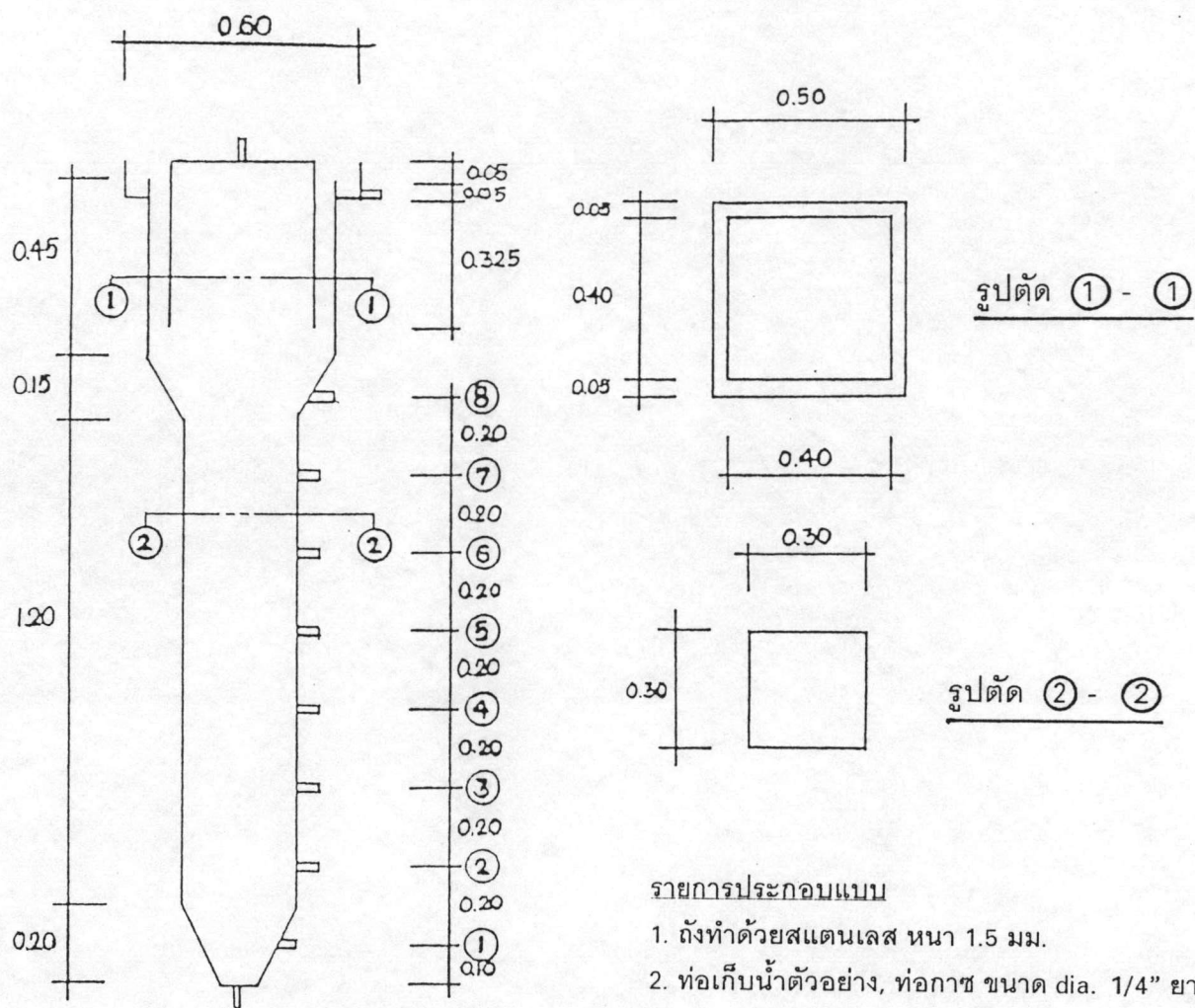
#### 3.3.1 ถังยูเอเอสบี (UASB Reactor)

ในการทดลองครั้งนี้ใช้ถังยูเอเอสบีจำนวน 6 ถัง ทั้งหมด 5 แบบ โดยที่แต่ละแบบจะใช้ในแต่ละชุดการทดลองตามรายละเอียดในตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.1- 3.5

ตารางที่ 3.2 ลักษณะเฉพาะของแต่ละถังยูเอเอสบีที่ใช้ในการทดลอง

ลักษณะเฉพาะ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4	แบบที่ 5
ความสูงทั้งหมด (ม.)	2.05	2.30	1.45	1.40	1.45
ปริมาตรของถังทั้งหมด (ล.)	192	192	13	13	18
พื้นที่ผิวเมื่อใส่ที่เก็บก๊าซ (ซม <sup>2</sup> )	900	900	64	100	279
วัสดุที่ใช้	สแตนเลส	สแตนเลส	อะคริลิก	อะคริลิก	อะคริลิก
ชุดการทดลองที่ใช้	1	2	3,5,7	4,6,8	7,8



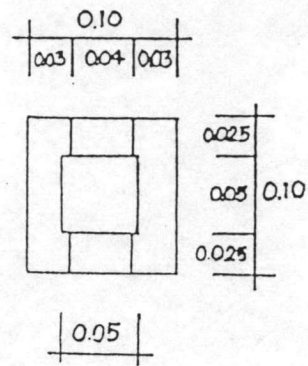
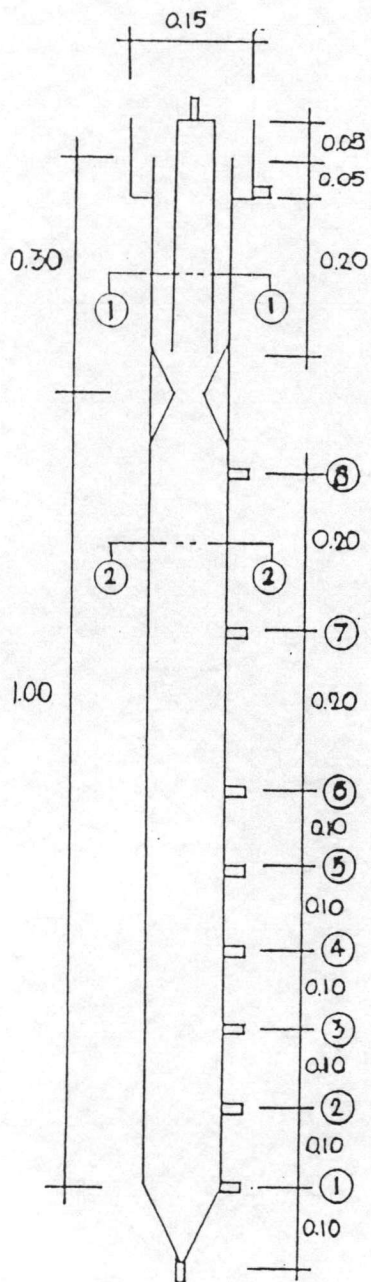


รายการประกอบแบบ

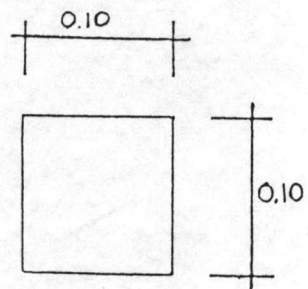
1. ถังทำด้วยสแตนเลสหนา 1.5 มม.
2. ท่อเก็บน้ำตัวอย่าง, ท่อกาช ขนาด dia. 1/4" ยาว 50 มม.

รูปที่ 3.2 ลักษณะของถังยูเอสบี แบบที่ 2





รูปตัด ① - ①

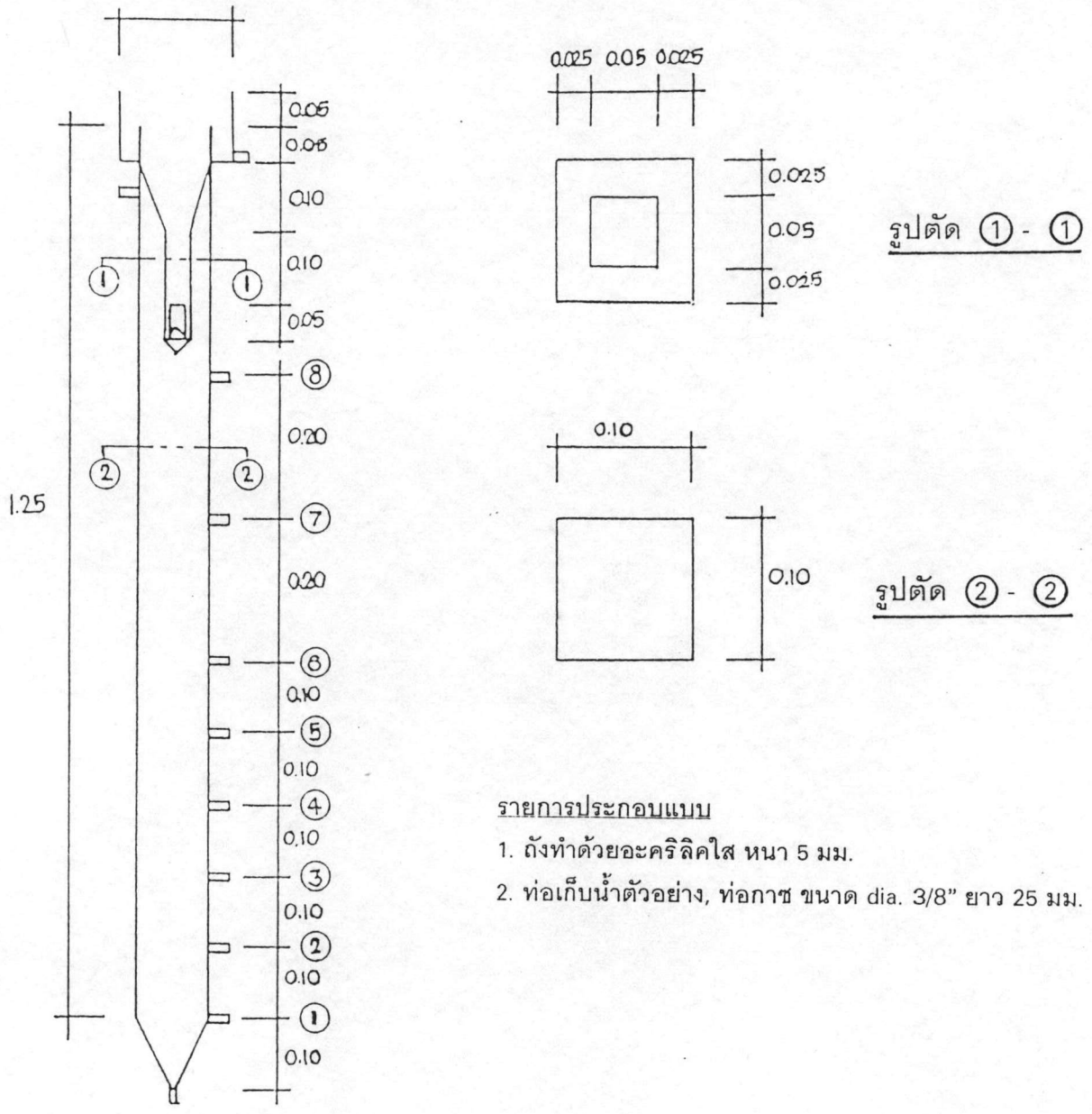


รูปตัด ② - ②

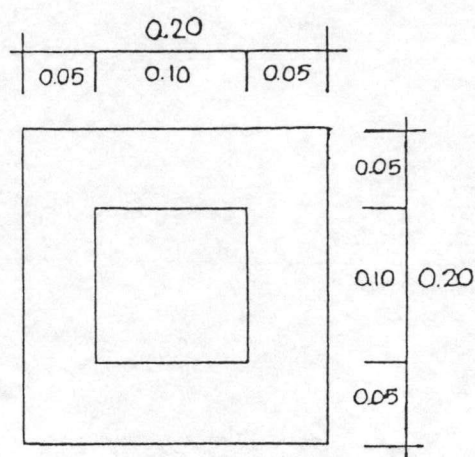
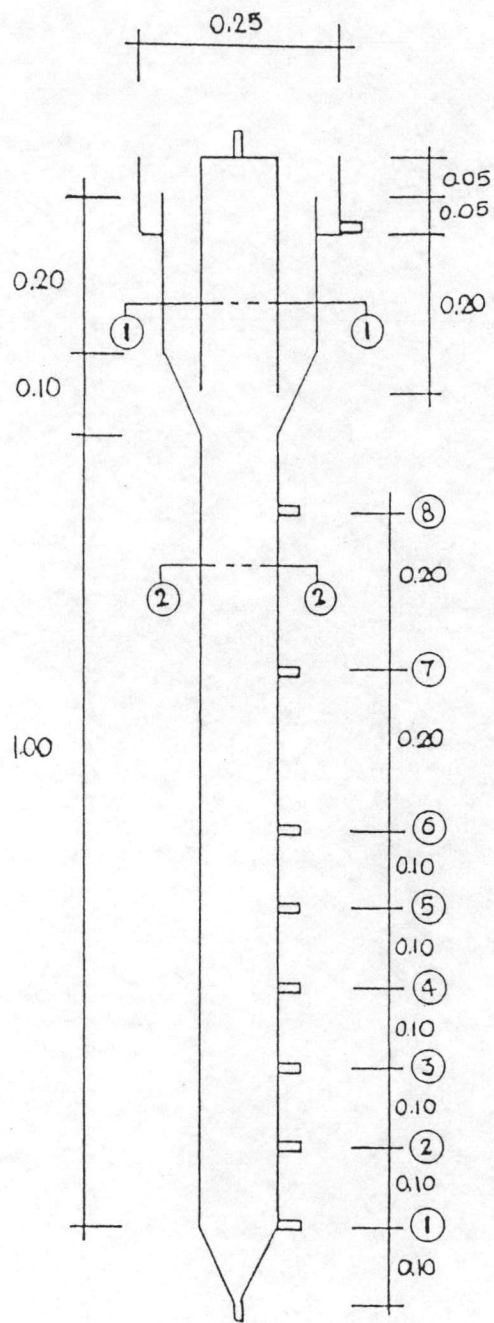
## รายการประกอบแบบ

1. ถังทำด้วยอะคริลิคใส หนา 5 มม.
2. ท่อเก็บน้ำตัวอย่าง, ท่อกาซ ขนาด dia. 3/8" ยาว 25 มม.

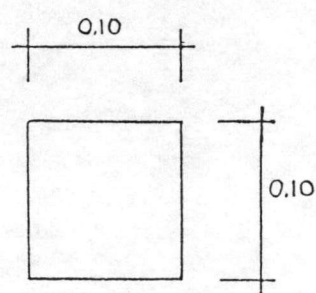
รูปที่ 3.3 ลักษณะของถังยูเอสบี แบบที่ 3



รูปที่ 3.4 ลักษณะของถังยูเอเอสบี แบบที่ 4



รูปตัด ① - ①



รูปตัด ② - ②

รายการประกอบแบบ

1. ถังทำด้วยอะคริลิกใส หนา 5 มม.
2. ท่อเก็บน้ำตัวอย่าง, ท่อกาซ ขนาด dia. 3/8" ยาว 25 มม.

รูปที่ 3.5 ลักษณะของถังยูเอสบี แบบที่ 5

### 3.3.2 เครื่องสูบน้ำเสียเข้าสู่ถังยูเอเอสบี

รายละเอียดของเครื่องสูบน้ำชนิดต่างๆ ที่ใช้ในแต่ละชุดการทดลองแสดงในตารางที่

### 3.3

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดเครื่องสูบน้ำที่ใช้ในแต่ละชุดการทดลอง

รายละเอียดเครื่องสูบน้ำ	ชุดการทดลองที่ใช้
1. เครื่องสูบน้ำชนิดรีดสาย (peristaltic pump) WATSON MARLOW รุ่น 604 U/R	1,2
2. Diaphragm pump ยี่ห้อ Prominent รุ่น gamma/4-w	3, 5 และ 7
3. Diaphragm pump ยี่ห้อ N-Feeder รุ่น CX1-21Z	4, 6 และ 8
4. เครื่องสูบน้ำชนิดรีดสาย (peristaltic pump) WATSON MARLOW รุ่น 501	7
5. เครื่องสูบน้ำชนิดรีดสาย (peristaltic pump) WATSON MARLOW รุ่น 503S	8

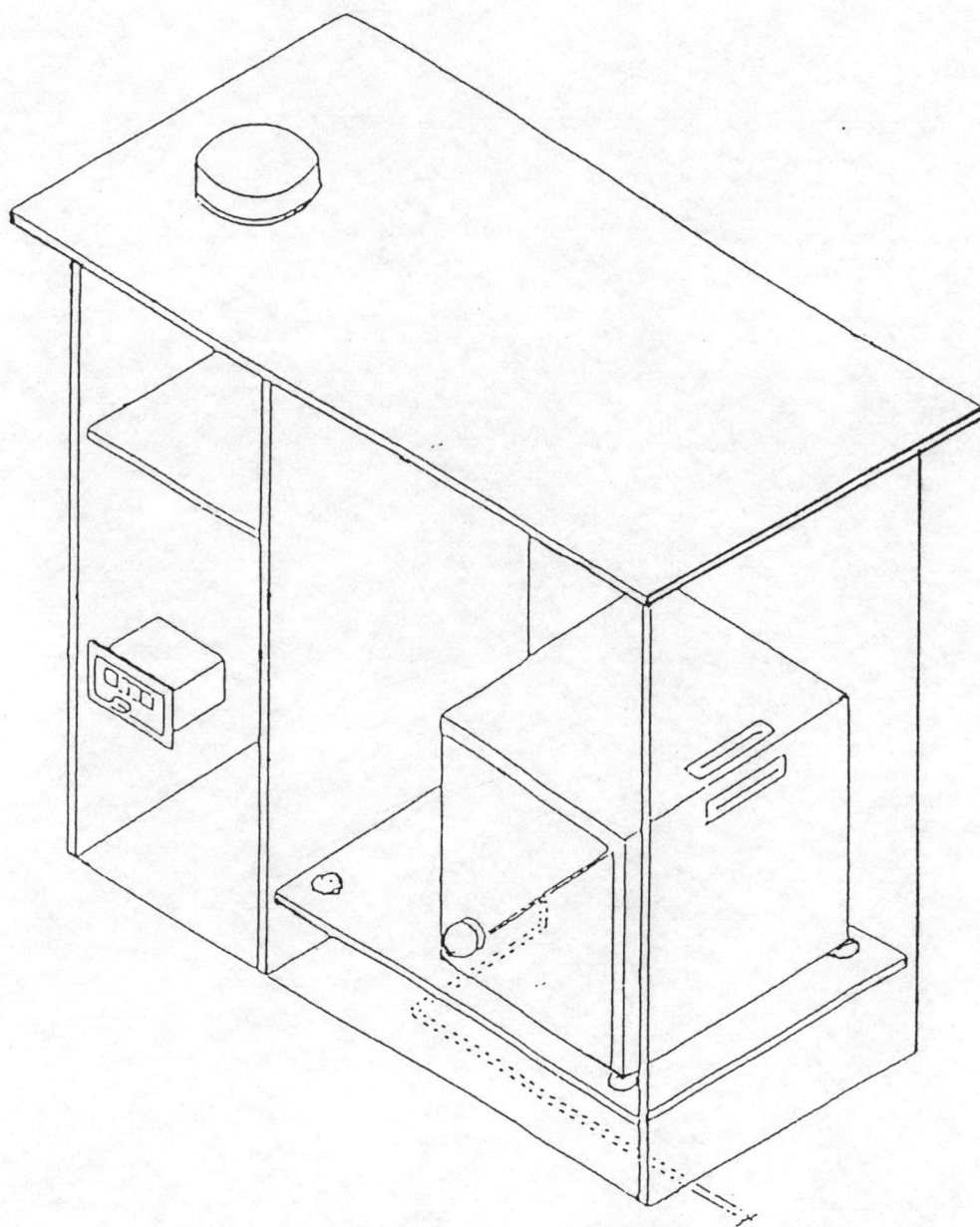
### 3.3.3 เครื่องวัดปริมาณก๊าซ (gas meter)

ใช้ในการวัดปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น ตามแบบสก็คส์ซี่ (2527) โดยมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3.6

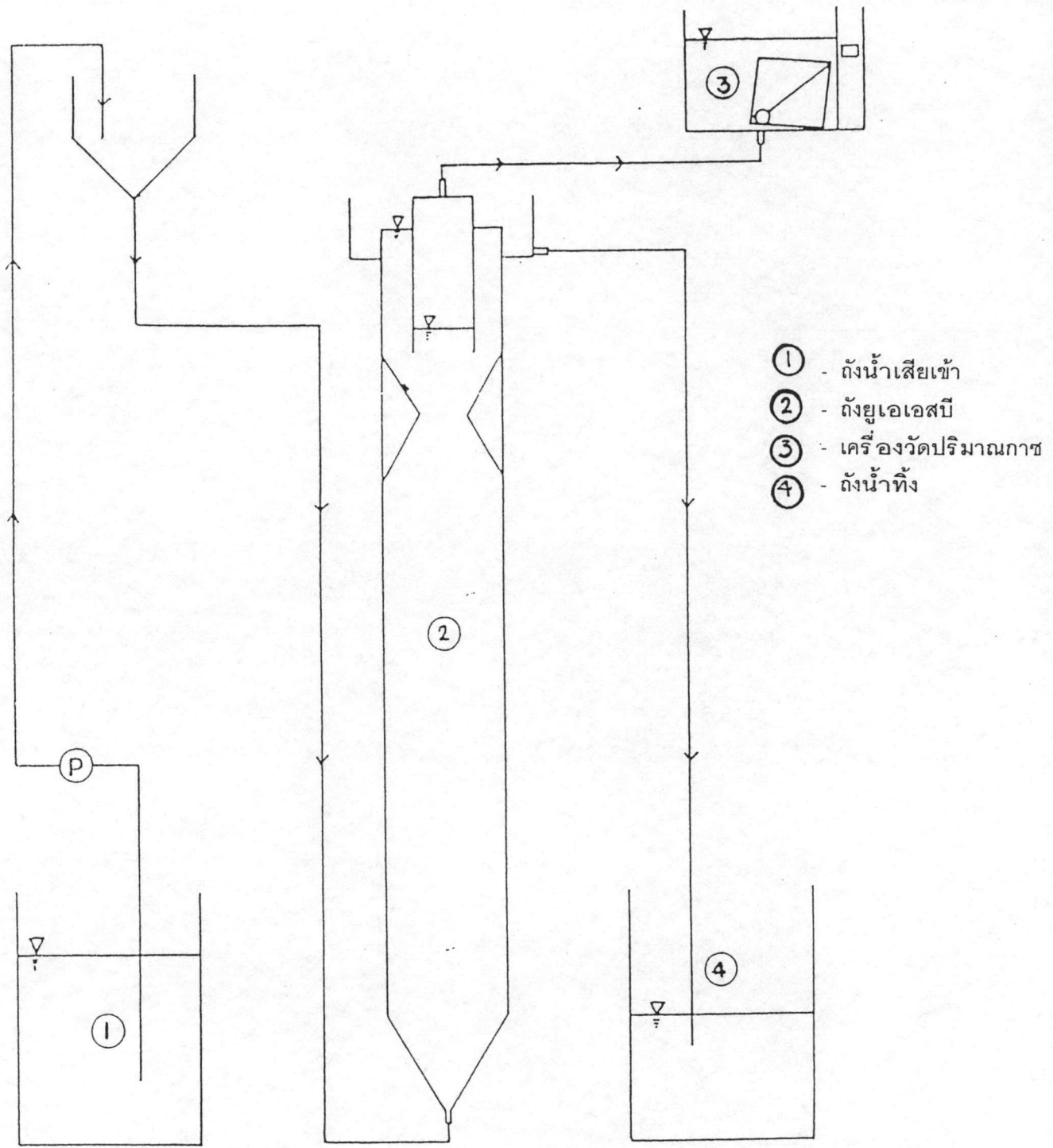
### 3.3.4 การติดตั้งชุดอุปกรณ์การทดลอง

ในการวิจัยนี้มีลักษณะที่สำคัญของแต่ละชุดการทดลองแตกต่างกัน 3 แบบคือ แบบที่ 1 ไม่มีถังสร้างกรด มีลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.7 แบบที่ 2 มีถังสร้างกรด ซึ่งมีลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์เช่นเดียวกับแบบที่ 1 แต่ต่างกันที่ถังพักน้ำเสีย ซึ่งในแบบที่ 2 นี้ ถังดังกล่าวจะเกิดสภาพการสร้างกรด เนื่องจากการกักตะกอนจุลินทรีย์ไว้ในขณะที่มีการเติมน้ำเสีย ส่วนแบบที่ 3 มีถังสร้างกรด และ 2 stage จะแตกต่างจากแบบที่ 2 โดยการติดตั้งถังยูเอเอสบีต่อเนื่องเป็นอนุกรม หลังจากที่มีการบำบัดมาแล้วขั้นหนึ่ง ดังรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์ในรูปที่ 3.8 และ 3.9 ตามลำดับ

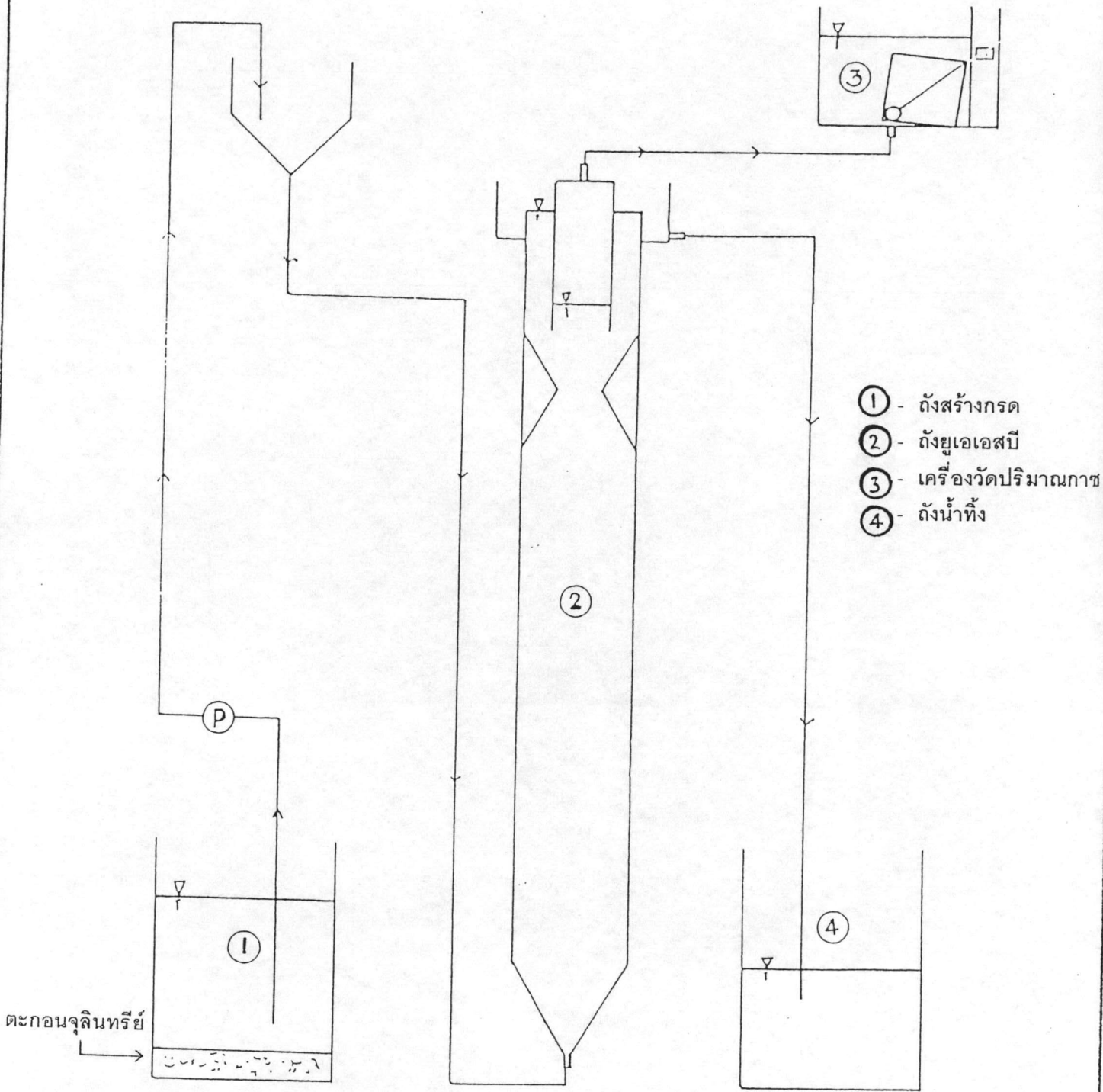




รูปที่ 3.6 เครื่องวัดปริมาณก๊าซ [ศักดิ์ชัย, 2527]



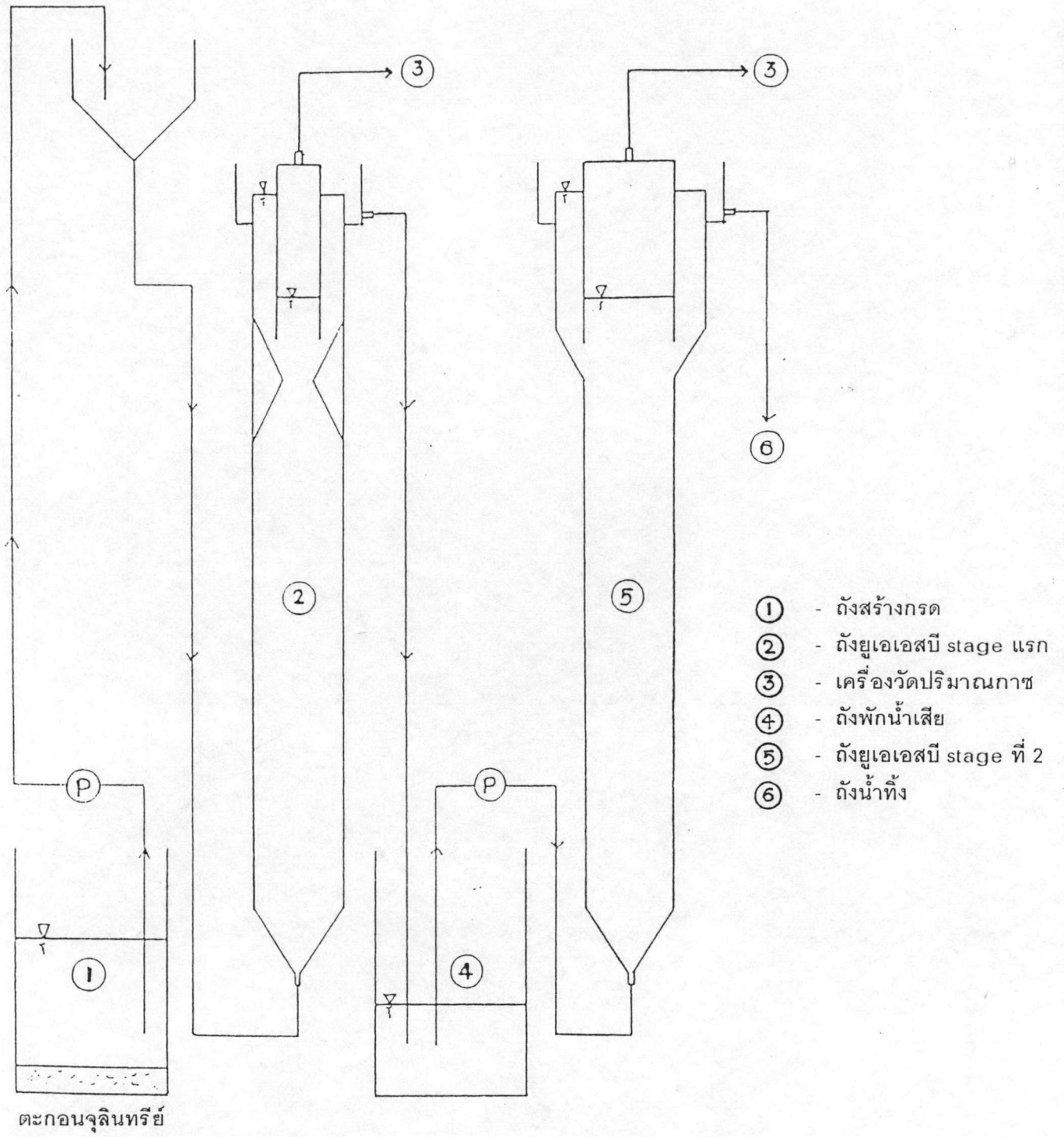
รูปที่ 3.7 การติดตั้งชุดเครื่องมือทดลองแบบที่ 1  
 (ไม่มีถังสร้างกรด)



- ① - ถังสร้างกรด
- ② - ถังยูเอเอสบี
- ③ - เครื่องวัดปริมาณก๊าซ
- ④ - ถังน้ำทิ้ง

รูปที่ 3.8 การติดตั้งชุดเครื่องมือหาลองแบบที่ 2  
(มีถังสร้างกรด)

EVAN NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm<sup>2</sup> SIZE A4



รูปที่ 3.9 การติดตั้งชุดเครื่องมือทดลองแบบที่ 3  
(มีถังสร้างกรด และ 2 stage)



### 3.4 แผนการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำและก๊าซ

#### 3.4.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

สำหรับจุดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการทดสอบจะมีทั้งหมด 10 จุด ก็อในถังเก็บน้ำเสีย, ถังเก็บน้ำทิ้ง (ผ่านการบำบัดแล้ว) และตามความสูงของถังยูเอสบีอีก 8 จุด สำหรับ 8 จุดตามความสูงของถังนั้นจะทำการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างที่สถานะ steady state ก่อนจะทำการเปลี่ยนเวลากักน้ำ เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในถัง โดยในการเก็บตัวอย่างน้ำตามความสูงของถังจะทำการเก็บจากจุดบนลงมาสู่จุดล่าง เพื่อป้องกันการรบกวนชั้นของตัวอย่างน้ำ และจะปล่อยให้ น้ำทิ้งออกประมาณ 50 มล. ทุกครั้ง ก่อนทำการเก็บตัวอย่างจริงซึ่งจะมีประมาณ 100-200 มล. ในแต่ละจุด และนำกลับมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยใช้เวลาในการเดินทางไม่เกิน 3 ชั่วโมง

#### 3.4.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ จะวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี, ทางกายภาพ และทางชีวภาพของน้ำ ได้แก่ พีเอช, โออาร์พี, สภาพค่าทั้งหมด, กรดไขมันระเหย, ตะกอนแขวนลอย, ซีโอดี รวมทั้งการตรวจดูลักษณะภายนอกด้วยกล้องจุลทรรศน์ แผนการเก็บ และวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.3

สำหรับการเก็บ และวิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ใช้วิธีตามหนังสือ Standard Methods ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. พีเอช วิเคราะห์โดยใช้เครื่องวัดพีเอช
2. โออาร์พี วิเคราะห์โดยใช้เครื่องวัดโออาร์พี
3. กรดไขมันระเหย วิเคราะห์โดยวิธี Direct Titration ของ Dilallo & Albertson
4. สภาพค่าทั้งหมด วิเคราะห์โดยวิธี Direct Titration ของ Dilallo & Albertson
5. ซีโอดี วิเคราะห์โดย closed reflux method
6. ตะกอนแขวนลอย วิเคราะห์โดยใช้กระดาษกรอง GF/C

#### 3.4.3 การวัดและวิเคราะห์ก๊าซ

ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน จะทราบได้จากเครื่องวัดปริมาตรก๊าซ (รูปที่ 3.6) ส่วนองค์ประกอบของก๊าซต่างๆ จะใช้เครื่องวัดแบบ ORSAT

ตารางที่ 3.3 แผนการเก็บ และวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ และก๊าซ

ตัวแปรตาม	ตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง			ก๊าซ ชีวภาพ	ตำแหน่งตาม ความสูง ของถังยูเอเอสบี 8 ตำแหน่ง
	น้ำเสีย	ภายในถัง ยูเอเอสบี	น้ำทิ้ง		
1. พีเอช	ข	-	ข	-	ง
2. โออาร์พี	ข	-	ข	-	ง
3. ซีโอดี	ข	-	ข	-	ง
4. สภาพค่างทั้งหมด	ข	-	ข	-	ง
5. กรดไขมันระเหย	ข	-	ข	-	ง
6. ตะกอนแขวนลอย	ข	-	ข	-	ง
7. ปริมาณก๊าซทั้งหมด	-	-	-	-	ก
8. เปอร์เซนต์ CH <sub>4</sub> และ CO <sub>2</sub>	-	-	-	ก	-
9. การส่องจุลชีพ	-	ก	-	-	-

หมายเหตุ

- ก - ตัวแปรตามที่วิเคราะห์ทุกวัน
- ข - ตัวแปรตามที่วิเคราะห์สัปดาห์ละ 3 วัน
- ค - ตัวแปรตามที่วิเคราะห์เดือนละครั้ง
- ง - ตัวแปรตามที่วิเคราะห์เมื่อถึงสภาวะ steady state (ก่อนเปลี่ยนเวลากักน้ำ)