

# PENGONTROL PH OTOMATIS DALAM CASCADE TANK PADA KETEL UAP BANTU

**Reza Ubaidillah**

Taruna Program Studi Teknika  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang  
Jl. Singosari Raya No. 2A  
rezaubed@gmail.com

**Amad Narto<sup>1</sup>**

Dosen Program Studi Teknika  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang  
Jl. Singosari Raya No. 2A  
amad\_narto@pip-semarang.ac.id

**Moh. Zaenal Arifin**

Dosen Program Studi Nautika  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang  
Jl. Singosari Raya No. 2A  
zaenal@pip-semarang.ac.id

**Darul Prayogo**

Dosen Program Studi Teknika  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang  
Jl. Singosari Raya No. 2A  
darul@pip-semarang.ac.id

## Abstract

Automation is often used to save manpower and reduce human error rates. One of the uses of technology automation in shipping is monitoring and controlling pH in the cascade tank on the auxiliary steam boiler automatically. This study aims to facilitate the control of pH and the addition of chemical pH up and pH down automatically. The method used is research and development (RnD). The manufacture of this design uses a pH sensor E-201-C as a measuring instrument, Arduino Uno as a microcontroller, a 16×2 I2C LCD as a monitor to display pH values, and a peristaltic pump as an addition to the liquid pH up or down when the pH is inside. cascade tank auxiliary steam boiler is less or more. The way this design works, there are three measurement indices in the process of measuring pH values, namely pH expressed by high pH, normal pH, and low pH. This tool is expected to be able to facilitate the understanding of students in learning the working principle of an automatic pH controller that will be applied on a ship.

**Keywords:** pH (power of hydrogen), mikrokontroller, Arduino uno, sensor pH E-201-C, peristaltic pump

## Abstrak

Otomatisasi sering digunakan untuk menghemat tenaga dan untuk pengurangan tingkat kesalahan yang disebabkan manusia. Salah satu pemanfaatan otomatisasi teknologi pada pelayaran adalah dengan cara memonitoring dan pengontrolan pH dalam cascade tank pada ketel uap bantu secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan dalam pengontrolan pH serta penambahan chemical pH up dan pH down secara otomatis. Metode yang digunakan yaitu research and development (RnD). Pembuatan rancang bangun ini menggunakan sensor pH E-201-C sebagai alat ukur, arduino uno sebagai mikrokontroller, LCD 16×2 I2C sebagai monitor untuk menampilkan nilai pH, serta pompa peristaltik sebagai penambah cairan pH up atau pH down ketika pH yang ada di dalam *cascade tank* ketel uap bantu kurang atau lebih. Cara kerja rancang bangun ini terdapat tiga indeks pada proses pengukuran nilai pH yaitu pH dinyatakan dengan pH tinggi, pH normal, dan pH rendah. Alat ini diharapkan mampu mempermudah pemahaman peserta didik dalam mempelajari prinsip kerja pengontrol pH otomatis yang akan diterapkan di atas kapal.

**Kata Kunci:** pH (power of Hydrogen), mikrokontroller, Arduino uno, sensor pH E-201-C, pompa peristaltic

## PENDAHULUAN

Kemajuan dunia pelayaran yang berkembang pesat, otomatisasi telah menjadi sesuatu yang umum. Otomatisasi digunakan guna menghemat tenaga serta untuk mengurangi tingkat

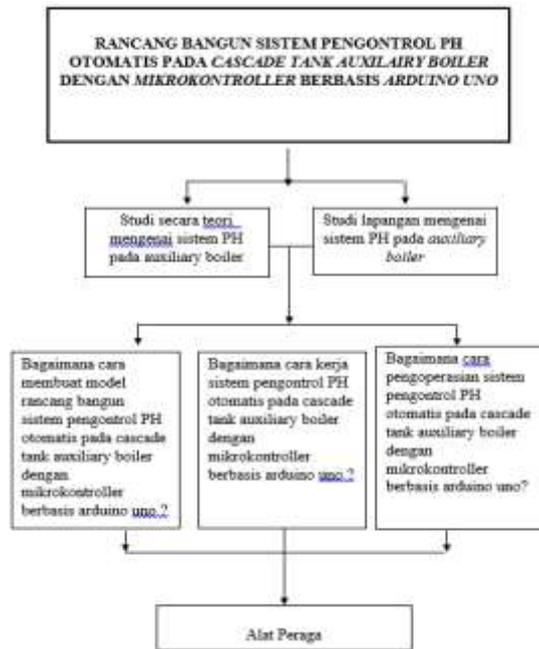
---

<sup>1</sup> Corresponding author: [amad\\_narto@pip-semarang.ac.id](mailto:amad_narto@pip-semarang.ac.id)

kesalahan yang disebabkan manusia. Melihat kondisi sekarang, pemanfaatan otomatisasi teknologi dalam mengontrol suatu sistem telah banyak tergunakan meskipun saat ini banyak kendala yang ditemukan dalam proses tersebut (Yu et al., 2016). Salah satu pemanfaatan otomatisasi teknologi pada pelayaran adalah cara memonitoring dan pengontrolan kadar pH dalam permesinan bantu yang berada di kapal yaitu ketel uap bantu. Hal ini bertujuan untuk memudahkan *engineer* dalam memonitoring kondisi air yang berada di dalam ketel uap bantu (Djaki, 2020). Pengontrolan kadar keasaman (pH) air adalah sesuatu yang sangat penting dalam perawatan ketel uap bantu agar permesinan tersebut bertahan lama. Sehingga sangatlah penting untuk menjaga nilai pH supaya selalu stabil (Alves Goulart dan Dutra Pereira, 2020). Ada banyak cara pengukuran nilai kadar pH pada cairan, diantaranya menggunakan cara konvensional, yaitu dengan metode *lakmus paper* atau kertas pH (Astria et al., 2014). Cara ini kurang praktis dan hasil pengukurannya kurang akurat dan hanya bisa digunakan dalam sekali pengukuran saja dan tidak bisa mengetahui secara *realtime* (Gea, 2015). Sebuah ide baru terbentuk setelah melihat kondisi di atas, perlu adanya pembuatan alat yang bisa memonitoring kadar pH dalam *cascade tank* pada ketel uap bantu. Sehingga para *engineer* di atas kapal lebih mudah dalam memantau kadar pH air di dalam *cascade tank* pada ketel uap bantu. Serta meminimalisir adanya kerusakan akibat kurangnya perawatan pada ketel uap bantu kapal yang akan mengakibatkan terhambatnya pasokan logistik antar pulau di Indonesia. Dengan sistem pengontrol pH otomatis yang akan diterapkan di kapal serta permasalahan dan dampak yang telah terjadi selama pengoperasian, maka pembaharuan teknologi perawatan air pada ketel uap bantu di kapal yang akan peneliti usung, yaitu peneliti menggunakan sensor pH dan dilengkapi dengan alat kontrol mikrokontroler serta ditambah dengan tangki yang dilengkapi dengan pompa untuk memonitoring secara *realtime* kadar pH air di *cascade tank* ketel uap bantu agar menghindari kerusakan yang lebih parah. Penulisan karya ini adalah sebagai prinsip agar taruna bisa menerapkan ilmu yang telah didapat selama proses pendidikan, pelatihan ketika melaksanakan praktek laut serta sekaligus menemukan gagasan sehingga peneliti bisa berinovasi mengikuti perkembangan zaman serta otomatisasi dalam permesinan dibidang pelayaran. Dengan landasan di atas maka karya ini berfokus pada prototipe model rancang bangun alat pengontrol pH otomatis dalam *cascade tank* pada ketel uap bantu dengan mikrokontroler berbasis arduino uno di kapal. Yang tentunya bertujuan untuk mengetahui cara membuat rancang bangun, cara kerja sistem dan prosedur pengoperasian.

## METODE PENULISAN

Dalam melakukan analisis peneliti menggunakan penelitian terdahulu sebagai bahan informasi perbandingan baik dari segi kelebihan maupun kekurangannya. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, belum ada penelitian tentang rancang bangun pengontrol pH otomatis dalam *cascade tank* ketel uap bantu. Prosedur penelitian yang dilakukan dalam pengembangan alat praktikum ini berorientasi pada pengembangan. Model penelitian yang penulis gunakan mengacu pada ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*) (Peterson, 2003).



Gambar 1. Kerangka Pikir

Tabel 1. Model ADDIE

ADDIE	Penjelasan
<i>Analysis</i>	Mengidentifikasi Alat dan Bahan Pra-Desain
<i>Design</i>	Merancang alat peraga awal diatas kertas dan merancang alat peraga pengembangan
<i>Development</i>	Mengembangkannya dengan memberikan perintah otomatis menggunakan Arduino uno
<i>Implementation</i>	Digunakan sebagai bahan pembelajaran
<i>Evaluation</i>	Mengukur pencapaian pengembangan alat

### Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data ialah tahapan seorang peneliti dalam memperoleh data valid yang diperlukan untuk penelitian. Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan agar tercapai penelitian yang valid dan bersifat ilmiah (Ismail, 2018). Ada dua teknik pengumpulan data pada penelitian ini, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer ini bersumber dari catatan hasil observasi terhadap cara kerja ketel uap bantu yang berada di kapal. Data sekunder merupakan data pendukung dari data primer yang diperoleh baik dari wawancara, maupun respon angket taruna. Data sekunder ini berupa literatur pengetahuan yang berhubungan dengan penelitian ini, serta data angket taruna sebagai bentuk penilaian kelayakan terhadap alat peraga. Ada Sembilan belas responden yang terdiri dari taruna semester II, IV, VII, dan VIII dari Program Studi Teknika PIP Semarang. Penelitian ini menggunakan skala Guttman yang mana skala pengukuran jenis ini akan memperoleh jawaban tegas yaitu “ya-tidak”, “benar-salah”, “pernah-tidak pernah”, “positif-negatif”, dan seterusnya (Engelhard, 2005)

## HASIL DAN DISKUSI

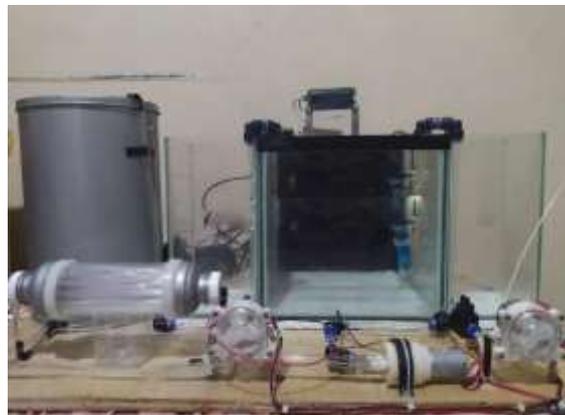
Hasil diskusi ini meliputi perancangan mekanik, perancangan elektronika, dan penggabungan perangkat keras

### Perancangan Mekanik

Hal pertama dalam melakukan penelitian ini adalah perancangan mekanik, dalam hal ini peneliti melakukan klasifikasi alat dan bahan (Suaidah, 2021). Hal ini dibutuhkan dalam perancangan sistem pengontrol ph otomatis pada *cascade tank* ketel uap bantu yang ada dikapal guna menunjang kelancaran sistem pengoperasian ketel uap bantu. Berikut dibawah ini tabel hasil klasifikasi pengelompokan komponen yang akan dibuat pada suatu rancangan sistem pengontrol ph otomatis pada *cascade tank* ketel uap bantu.

Tabel 2. Komponen perancangan mekanik

Komponen	Satuan	Keterangan
Kayu triplek	1	Ukuran 60×40
Selang air	1	Ukuran 5/16"
Mini boiler proyotype	1	Tabung diameter 20cm, tinggi 22cm
Mini condensor prototype	1	Tabung diameter 5cm, tinggi 10cm
Pompa peristaltik	1	5 VDC
Elbow mini	15	Diameter 5/16"
Katup	3	Diameter 5/16"



Gambar 2. Perancangan Mekanik

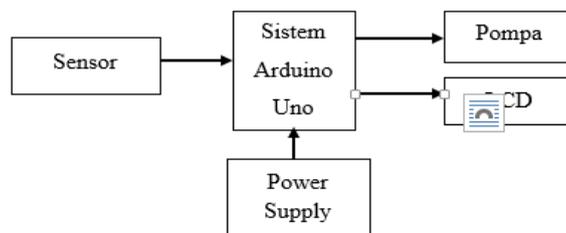
### Perancangan Elektronika

Hal pertama dalam perancangan sistem kontrol elektronika adalah pengadaan komponen yang dibutuhkan, hal ini dibutuhkan untuk mempermudah dalam proses perancangan. Berikut komponen elektronika dan bahan penunjang sistem kontrol elektronika terdapat pada tabel.

Tabel 3. Komponen Elektronika

Komponen	Satuan	Keterangan
Arduino uno	1	Tipe Ch340
Sensor pH	1	Tipe E-BNC
LCD 16x2	1	Tipe I2C
Relay 1 Channel	1	5 VDC
Modul <i>Stepdown</i> 12V to 5V	1	5 VDC
Solder	1	220 VAC
Kabel Jumper	1	<i>Male to female, male to male, female to female</i>
Tenol	1	1 Rol

Komponen elektronika pada suatu sistem tidak dapat beroperasi sendiri, setiap komponen harus saling berhubungan satu sama lain agar beroperasi dengan baik, karena antar komponen satu dengan komponen yang lain memiliki fungsinya masing-masing, maka dari itu peneliti membuat skema terlebih dahulu sebelum merakit setiap komponen.



Gambar 3. Skema alat

```

1 #include<LiquidCrystal_I2C.h> //library LCD
2 #include<Wire.h> //Library Sensor Tegangan
3 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); //Alamat I2C
4 #define SensorPin A0 // the pH meter Analog output is connected with the Arduino's Analog
5 unsigned long int avgValue; //Store the average value of the sensor feedback
6 float b; // Nilai awal
7 int buf[10],temp;
8 const int pHup = 2;
9 const int pHdown = 3;
  
```

Gambar 4. Inisialisasi library

```

11 void setup()
12 {
13   pinMode (SensorPin, INPUT);
14   pinMode (pHup, OUTPUT);
15   pinMode (pHdown, OUTPUT);
16   Serial.begin(9600);}
17   lcd.begin();
18 }
  
```

Gambar 5. Void setup

```

20 void loop()
21 {
22   for(int i=0;i<10;i++)           //Get 10 sample value from the sensor for smooth the value
23   {
24     buf[i]=analogRead(SensorPin);
25     delay(10);
26   }
27   for(int i=0;i<9;i++)           //sort the analog from small to large
28   {
29     for(int j=i+1;j<10;j++)
30     {
31       if(buf[i]>buf[j])
32       {
33         temp=buf[i];
34         buf[i]=buf[j];
35         buf[j]=temp;
36       }
37     }
38   }
39   avgValue=0;
40   for(int i=2;i<8;i++)           //take the average value of 6 center sample
41     avgValue+=buf[i];
42   float pHValue=(float)avgValue*5.0/1024/6; //convert the analog into millivolt
43   pHValue=7.00 + ((2.6 - pHValue) / 0.25); //convert the millivolt into pH value
44   lcd.setCursor(0, 0);
45   lcd.print("Nilai Ph ");
46   Serial.print("    pH:");
47   Serial.print(pHValue,2);
48   Serial.println(" ");

```

Gambar 6. Void loop

```

50   if (pHValue < 7.00 && pHValue > 0.0) {
51     digitalWrite(pHup, LOW);
52     digitalWrite(pHdown, HIGH);
53   }
54   else if (pHValue > 10.00 && pHValue < 14.0){
55     digitalWrite(pHdown, LOW);
56     digitalWrite(pHup, HIGH);
57   }
58   else if (pHValue < 8.00 && pHValue > 7.00){
59     digitalWrite(pHup, HIGH);
60     digitalWrite(pHdown, HIGH);
61   }
62   lcd.setCursor(0, 1);
63   lcd.print(pHValue);
64   delay(1000);
65 }

```

Gambar 7. Logika If

### Penggabungan Perangkat Keras

Dalam proses perancangan sistem pengontrol pH otomatis pada *cascade tank* ketel uap bantu dengan menggunakan mikrokontroler berbasis *arduino uno*, sensor pH E201-C BNC, serta motor dc 5v sebagai aktuatornya, lalu LCD 16×2 sebagai *output* untuk mengetahui seberapa besar pH yang diukur pada *cascade tank* ketel uap bantu yang peneliti rancang.

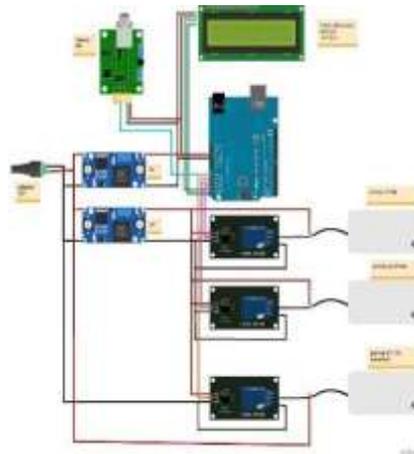
Seluruh perancangan ini digunakan untuk memantau kadar nilai pH air pada *cascade tank* ketel uap bantu yang ada di kapal. Untuk mengontrol nilai pH pada *cascade tank* ketel uap bantu digunakan *peristaltic pump* yang telah dihubungkan dengan dua buah tabung kaca yang setiap tabungnya terisi cairan pH *up* dan pH *down*. Proses kerja penyesuaian kadar pH ini yaitu apabila hasil pengukuran pH menunjukkan hasil yang tinggi maka kontrol akan dilakukan oleh *peristaltic pump* untuk mengalirkan cairan pH *down* yang berguna untuk

menurunkan nilai pH. Dan apabila nilai pH rendah maka kontrol akan dilakukan oleh *peristaltic pump* untuk mengalirkan cairan pH *up* untuk proses menaikkan pH.

Proses selanjutnya untuk hasil keluaran nilai pH adalah menampilkan hasilnya di LCD 16×2. Ada tiga indikator pengukuran yaitu pada proses pengukuran nilai pH yaitu pH dinyatakan dengan pH tinggi, pH normal, dan pH rendah. Pengujian seluruh sistem meliputi *input* dari sensor pH E-201 BNC, proses kontrol pada *arduino uno* dan *output* dari *peristaltic pump* dan LCD untuk mengetahui besaran nilai pH yang akan diukur.

Unit pengontrol dirancang menggunakan arduino uno, sensor analog pH meter dan *electronic relay*. Perangkat ini mampu membaca besaran nilai pH yang terdapat dalam *cascade tank* pada ketel uap bantu. Setelah nilai pH diproses secara lebih lanjut, maka unit pengontrol akan memerintahkan salah satu pompa peristaltik larutan asam atau larutan basa untuk bekerja melalui *electric relay*. Berikut skema rancangan alat yang peneliti buat untuk mempermudah dalam memahami cara kerja alat peraga.

Serta tidak lupa peneliti melakukan pemberian nama pada setiap komponen meliputi pemberian nama pada alat peraga *boiler*, *cascade tank*, *pH up tank*, *pH down tank*, kondensor, dan tempat rangkaian elektronika. Dan juga peletakan layout tempat komponen akan diletakkan yang mana ada panel box tempat komponen elektronika ditempatkan, maka peneliti menempatkannya di belakang *mini cascade tank* yang telah dibuat.



Gambar 8. Rangkaian alat



Gambar 9. Penyempurnaan rangkaian alat

## Uji Validitas

Uji validitas dilakukan untuk menunjukkan tingkat validitas suatu instrumen penelitian yang digunakan, Item yang mempunyai korelasi positif dengan kriterium (skor total) serta korelasi yang tinggi, menunjukkan bahwa item tersebut mempunyai validitas yang tinggi pula. Biasanya syarat minimum untuk dianggap memenuhi syarat adalah kalau  $r=0,3$  (Sugiyono, 2017). Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan peneliti, Seperti telah dikemukakan bahwa, apabila koefisien korelasi sama dengan 0,3 atau lebih (paling kecil 0,3). Maka butir instrumen dikatakan valid. Dari uji coba tersebut ternyata koefisien korelasi semua butir dengan skor total di atas 0,3, sehingga semua butir instrumen alat peraga pengontrol pH otomatis dinyatakan valid. Butir yang mempunyai validitas tertinggi adalah butir dua, dengan koefisien korelasi 0,816 dan terendah yaitu butir nomor tujuh dengan koefisien korelasi 0,497.

Tabel 4. Hasil uji validitas

Pertanyaan	Koreksi total item korelasi	Nilai
1	0.763	Sah
2	0.816	Sah
3	0.764	Sah
4	0.730	Sah
5	0.716	Sah
6	0.671	Sah
7	0.497	Sah
8	0.555	Sah
9	0.555	Sah

## KESIMPULAN

Rancang bangun sistem pengontrol pH otomatis pada *cascade tank* dalam ketel uap bantu ini berhasil dibuat dan dikembangkan serta setiap proses yang penting dari bagian tiap bagian dikerjakan dengan cermat dan sesuai dengan gambar desain yang telah dibuat, dengan memanfaatkan Bahan dasar kayu, kaca, dan selang adalah bahan dasar utama serta dengan memanfaatkan sensor pH, pompa DC, dan mikrokontroller menjadikan alat peraga ini menjadi lebih mudah dibuat dan diprogram. Prinsip kerja dari rancang bangun ini yaitu apabila hasil pengukuran pH menunjukkan hasil yang tinggi maka kontrol akan dilakukan oleh *peristaltic pump* untuk mengalirkan cairan pH *down* yang berguna untuk menurunkan nilai pH. Dan apabila nilai pH rendah maka kontrol akan dilakukan oleh *peristaltic pump* untuk mengalirkan cairan pH *up* untuk proses menaikkan pH. Pengoperasian alat peraga ini sangat mudah, cukup dengan menyambungkan *power supply* pada tegangan AC, lalu menyambungkan adaptor *arduino uno* ke *power supply* DC. Dan pastikan cairan pH *up* dan pH *down* terisi dengan penuh.

Dengan adanya alat ini diharapkan meminimalisir kerusakan akibat kurangnya perawatan pada ketel uap bantu kapal laut, sehingga dapat meningkatkan mobilisasi kapal dalam mengangkut logistik dari daerah satu ke daerah lain dengan lancar dan tanpa hambatan sekecil apapun.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ini disampaikan kepada dosen pembimbing di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alves Goulart, D., & Dutra Pereira, R. 2020. Autonomous pH control by reinforcement learning for electroplating industry wastewater. *Computers & Chemical Engineering*, 140, 106909. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2020.106909>
- Astria, F., Subito, M., & Nugraha, D. W. 2014. Rancang bangun alat ukur pH dan suhu berbasis short message service (SMS) gateway. Palu: Universitas Tadulako.
- DJAKI, F. 2020. Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Keasaman Air (pH) PADA Boiler Pltu Berbasis Arduino Uno. Skripsi, 1(521413024).
- Engelhard, G. 2005. Guttman Scaling. In K. Kempf-Leonard (Ed.), *Encyclopedia of Social Measurement* (pp. 167–174). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-369398-5/00103-1>
- GEA, B. 2015. Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Keasaman (PH) Suatu Larutan Berbasis Arduino Uno. Universitas Gadjah Mada.
- Ismail, M.S. 2018. Strategi dan Teknik Penulisan Skripsi. Grup Penerbitan CV. Budi Utama.
- Peterson, C. 2003. Bringing ADDIE to life: Instructional design at its best. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, vol. 12(3), hal. 227–241.
- Suaidah, S. 2021. Teknologi Pengendali Perangkat Elektronik Menggunakan Sensor Suara. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, vol. 2(2), hal. 46–59.
- Sugiyono, P. D. 2017. Metode penelitian bisnis: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, kombinasi, dan R&D. Penerbit CV. Alfabeta: Bandung, 225.
- Yu, D., Liu, J., Sui, Q., & Wei, Y. 2016. Biogas-pH automation control strategy for optimizing organic loading rate of anaerobic membrane bioreactor treating high COD wastewater. *Bioresource Technology*, vol. 203, hal. 62–70. <https://zdoi.org/10.1016/j.biortech.2015.12.010>