

# **PENGURUSAN SISA PINTAR (SMART WASTE MANAGEMENT)**

SATTISH KARUNAMURTHY

PROF. DR. ZARINA SHUKUR

*Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia*

## **ABSTRAK**

Memandangkan pelupusan sampah sentiasa meningkat seiring dengan jumlah penduduk di Malaysia, teknik lama kutipan sampah menjadi tidak cekap. Ini telah mengakibatkan sampah terbiar melimpah. Teknik pengutipan sampah lama ini boleh ada ramai kakitangan untuk menjalankan kerja kutipan, tetapi ini tidak praktikal memandangkan kos tenaga kerja dan penyelenggaraan yang tinggi yang memberi tekanan besar kepada firma pengutip sisa yang sudah bergelut dari segi kewangan. Objektif projek ini untuk membangunkan peranti untuk mengukur tahap sampah dirumah atau tempat pembuangan sampah di kawasan perumahan dan membina sistem makluman kepada orang yang bertugas mengutip sampah. Tidak lupa tentang mewujudkan sambungan untuk menghantar data pada perkhidmatan Cloud sebagai pemapar data masa nyata bagi keperluan dan pemantauan orang atasan syarikat. Oleh itu, kajian ini mencadangkan sistem Pengurusan Sisa Pintar berasaskan Internet of Things (IoT) yang boleh mengurangkan kos kerja kutipan sisa dan juga menepati objektif-objektif tersebut. Reka bentuk yang cekap dan menggunakan sensor dibentangkan. Reka bentuk berasaskan IoT ini berpotensi untuk menjimatkan banyak wang dari segi perbelanjaan buruh dan pentadbiran juga mengambil tong sampah penuh.

## **1 PENGENALAN**

Internet of Things (IoT) ialah teknologi baharu dan pesat membangun yang membawa manfaat yang besar kepada manusia dalam tugas aktiviti harian mereka kerana kesaling hubungannya yang meluas dan mudah. IoT memudahkan aktiviti harian manusia dengan membenarkan pertukaran dan sambungan peranti dan interaksi tenaga rendah melalui Internet. Berdasarkan latar belakang rangka kerja IoT, banyak aplikasi di seluruh dunia telah melaksanakan pelbagai proses. Satu kegunaan penting ialah teknologi IoT telah berkembang menjadi instrumen yang berguna dan berkesan untuk pembinaan bandar atau sekurang-kurangnya untuk faedah kemudahan tugas manusia. Peningkatan dalam pengeluaran sampah yang datang dengan perkembangan pesat penduduk di bandar merupakan isu utama di wilayah tertentu di mana pihak pengurusan mengabaikan isu tersebut. Oleh itu, dalam projek ini saya ingin membangunkan sistem pengurusan sisa pintar menggunakan perkhidmatan IoT dan Cloud untuk membantu isu pengutipan sampah tersebut. Sistem ini akan memantau tahap pembuangan sisa

dan mengumpul pelbagai data yang kemudiannya akan dihantar ke perkhidmatan Cloud dan kemudian menghantar amaran kepada pengumpul sampah berdasarkan kriteria tertentu.

## **2 PENYATAAN MASALAH**

Pengurusan sisa merupakan isu utama di kawasan bandar terutamanya di negara membangun seperti Malaysia. Dalam sistem pengurusan sisa tradisional, pihak berkuasa kutipan sampah tidak mengetahui kuantiti sampah di dalam tong sampah. Ini kerana mereka mengikut sistem tradisional di mana mereka mengikut jadual untuk mengutip sampah di sekeliling tanpa mengetahui sama ada ia penuh atau tidak. Jika tong sampah penuh dengan sampah, ia melimpah dan tumpah, mengakibatkan keadaan tidak bersih disekelilingnya. Orang ramai masih membuang lebih banyak sampah ke dalam tong sampah yang sudah melimpah. Apabila tong sampah tidak disimpan bersih, gas berbahaya dan tidak bersih dibebaskan, menyumbang kepada pencemaran udara dan penyebaran penyakit berjangkit. Ini berlaku apabila seseorang tidak menyedari tahap kutipan sampah di dalam tong sampah. Sistem tradisional juga tidak cekap dan memakan masa dan wang kerana mereka mesti memandu trak ke setiap tempat mengikut masa dan arahan yang dijadualkan, berhenti dari semasa ke semasa untuk memeriksa dan mengutip sampah dari setiap tong sampah.

## **3 OBJEKTIF KAJIAN**

Projek ini dijalankan untuk membina sistem yang menguruskan sampah yang boleh mencapai semua senarai objektif berikut:

1. Untuk membangunkan peranti untuk mengukur tahap sampah dirumah atau tempat pembuangan sampah di kawasan perumahan.
2. Untuk membina sistem makluman kepada orang yang bertugas mengutip sampah.
3. Untuk mewujudkan sambungan untuk menghantar data pada perkhidmatan Cloud sebagai pemapar data masa nyata bagi keperluan dan pemantauan orang atasan syarikat.

## **4 METOD KAJIAN**

Saya memilih kaedah Air Terjun untuk projek ini kerana ia lebih sesuai daripada yang lain. Metodologi Air Terjun menggunakan pendekatan berurutan atau linear untuk pembangunan perisian. Projek ini dipecahkan kepada urutan tugas, dengan pengelompokan peringkat tertinggi dirujuk sebagai fasa iaitu perancangan analisis, reka bentuk, implementasi dan ujian.

### **4.1 Fasa Perancangan**

Metodologi Air Terjun bergantung pada kepercayaan bahawa semua keperluan projek boleh dikumpulkan dan difahami terlebih dahulu. Saya akan melakukan yang terbaik untuk mendapatkan pemahaman terperinci tentang keperluan projek. Keperluan bertulis, biasanya terkandung dalam satu dokumen biasanya dalam proposal projek, digunakan untuk menerangkan setiap peringkat projek, seperti kos, andaian, risiko, kebergantungan dan garis masa untuk disiapkan.

### **4.2 Fasa Analisis**

Pada fasa ini, saya mengenalpasti fungsi atau reka bentuk apa yang lemah dan tidak sesuai untuk projek yang saya membina ini. Untuk melaksanakan fasa ini saya juga membandingkan projek saya dengan projek yang sudah bina untuk melihat kekurangan atau kelebihan projek saya. Maklumat-maklumat yang saya dapati telah membantu saya dalam membangunkan projek ini.

### **4.3 Fasa Reka Bentuk**

Saya akan mereka bentuk penyelesaian teknikal kepada masalah yang ditetapkan oleh keperluan produk yang diperlukan oleh situasi tersebut. Saya memastikan reka bentuk logik dicipta yang menerangkan tujuan dan skop projek, aliran trafik umum setiap komponen, dan titik integrasi. Setelah ini selesai, ia diubah menjadi reka bentuk fizikal menggunakan perkakasan dan teknologi perisian tertentu.

#### 4.4 Fasa Implementasi

Setelah reka bentuk selesai, pelaksanaan teknikal bermula. Ini mungkin fasa terpendek dalam proses Air Terjun, kerana penyelidikan dan reka bentuk yang teliti telah dilakukan. Dalam fasa ini, saya akan mengodkan aplikasi berdasarkan keperluan dan spesifikasi projek, dengan beberapa ujian dan pelaksanaan turut berlaku. Jika perubahan ketara diperlukan semasa peringkat ini, ini mungkin bermakna kembali ke fasa reka bentuk.

#### 4.5 Fasa Pengujian

Sebelum sesuatu produk boleh dikeluarkan kepada pelanggan, ujian perlu dilakukan untuk memastikan produk tidak mempunyai ralat dan semua keperluan telah dilengkapkan, memastikan pengalaman pengguna yang baik dengan product. Oleh itu, saya akan beralih kepada dokumen reka bentuk, persona dan senario kes pengguna yang diperlukan oleh pengguna untuk mencipta kes ujian mereka.

### 5 HASIL KAJIAN

Projek ini dibangunkan berdasarkan konsep Internet of Things (IoT) dan dengan itu, ia bermakna terdiri daripada lapisan seni binanya iaitu lapisan aplikasi, lapisan pemrosesan data, lapisan rangkaian dan lapisan penderiaan.

Struktur bermula dari lapisan bawah, iaitu lapisan penderiaan tetapi sebelum itu, datang pemasangan perkakasan untuk mengesan dan menghantar data. Perkakasan terdiri daripada Arduino yang bertindak sebagai mikropengawal di mana komponen lain seperti penderia Ultrasonik, modul Wi-Fi, modul GPS dan lain-lain disambungkan untuk berfungsi sepenuhnya sebagai peranti untuk dapat mengesan data yang tepat dan menghantarnya melalui Wi-Fi. ke papan pemuka tanpa sebarang gangguan atau ralat.

Lapisan penderiaan hanyalah penderia peranti yang berfungsi untuk mendapatkan data yang tepat bagi ukurannya sendiri ke papan Arduino. Penderia ultrasonik mengukur kedalaman sisa yang dibuang ke dalam tong sampah dan peranan modul GPS adalah untuk meletakkan lokasi

(latitud dan longitud) tong sampah. Kemudian data akan dihantar melalui modul Wi-Fi yang disambungkan secara fizikal ke Arduino dan disambungkan secara tanpa wayar ke Wi-Fi pengguna.

Bagi lapisan rangkaian pula, langkah keselamatan telah dilaksanakan pada papan pemuka supaya orang yang tidak dibenarkan tidak boleh masuk ke papan pemuka. Kata laluan dan nama pengguna adalah bukti kelayakan memasuki papan pemuka sebagai pengguna yang disahkan. Kaedah log masuk telah dilaksanakan sebagai langkah keselamatan dan setiap pengguna akan mendapat kelayakan log masuk mereka sebaik sahaja mereka membeli atau melanggan projek ini. Selain itu, sesi tamat masa kecil telah dilaksanakan kerana pengguna boleh membiarkan papan pemuka mereka tidak ditutup dan ia terdedah kepada orang lain.

Pemprosesan data berlaku pada platform Node-red di mana kriteria tertentu perlu dipenuhi untuk melaksanakan keputusan tertentu seperti memberi amaran kepada pengumpul sampah apabila tong sampah mencapai kapasiti yang membimbangkan.

Data ditunjukkan pada papan pemuka dalam pelbagai pembentangan kerana ia adalah lapisan aplikasi untuk projek IoT ini. Papan pemuka dibina menggunakan platform Node-red yang merupakan alat pengaturcaraan visual yang mudah sesuai untuk pembentangan data projek ini. Data disimpan dalam MYSQL untuk tujuan penyimpanan data.

## 5.1 Segmen Kod

```
// Connection to Wi-Fi network
Serial.begin(9600);
while (!Serial);
initProperties();
```

Gambar rajah 1.1 Kod Sambungan WiFi

Rajah menunjukkan kod modul WiFi yang menyambung kepada WiFi yang tersedia.

```
void gps () {
  while (gps_serial.available() > 0)  gps.encode(gps_serial.read());
  if (millis() > 5000 && gps.charsProcessed() < 10)
  {
    Serial.println(F("No GPS detected: check wiring."));
    while(true);
  }

  int reading;
  reading= analogRead(A1);

  if(reading>800)
  {
    digitalWrite(13, HIGH);
    if (gps.location.isValid())
    {
      LATITUDE = gps.location.lat(), 6 ;
      latitude = double_string_con(LATITUDE);

      LONGITUDE = gps.location.lng(), 6 ;
      longitude = double_string_con(LONGITUDE);
    }
    else
    {
      Serial.println(F("INVALID"));
      Serial.println("Latitude: ");
      Serial.println(latitude);
      Serial.println("\n");

      Serial.println("Longitude: ");
      Serial.println(longitude);
      Serial.println("\n");

      Serial.println("\n");
      Serial.println("https://www.google.com/maps/search/?api=1&query=");
      Serial.println(latitude);
      Serial.println(", ");
      Serial.println(longitude);
    }
  }
}
```

Gambar rajah 1.2 Kod GPS (Latitude & Longitude)

Kod ini menunjukkan bahawa modul GPS menerima latitud dan longitud tong sampah

```

void sensor () {
    float distance;

    // Distance measured by the ultrasonic sensor
    digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    unsigned long tempo = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);

    // Trash level (distance) is measured in centimetres as the height of the bin (30cm)
    // - the distance measured between the ultrasonic sensor and the bin.
    distanza = (-0.03438 * tempo / 2)+30;//
    delay(1000);

    // Serial print for the trash level
    Serial.println("Trash Level: " + String(distance) + "cm");
    Serial.print('\n');
}

```

Gambar rajah 1.3 Kod Ultrasonic sensor

Rajah ini menunjukkan kod ultrasonik yang mengukur tahap kepenuhan dengan mengambil kedalaman tong dan memproses dengan penuh diisi.

## 5.2 Antaramuka Pengguna

Gambar rajah 1.4 Antaramuka Login

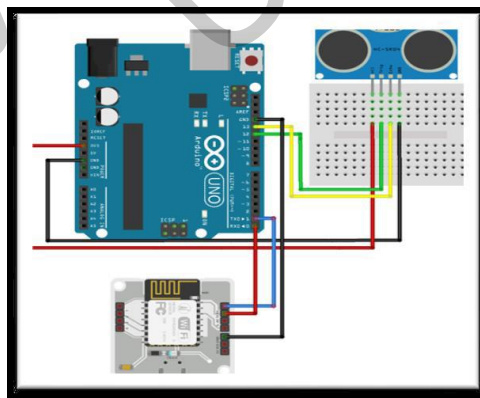
Rajah di atas menunjukkan antara muka log masuk yang memerlukan pengguna memasukkan kelayakan sah mereka iaitu nama pengguna dan kata laluan. Dengan cara ini orang yang tidak dibenarkan dijauhkan.



Gambar rajah 1.5 Antaramuka Pengguna

Antara muka ini adalah contoh antara muka data. Data GPS masih belum dikonfigurasi dan ditunjukkan di sini. Kepenuhan data tong sampah ditunjukkan dalam pelbagai bentuk pembentangan untuk tarikan visual, tetapi semuanya menunjukkan data yang sama. Antara muka ini mempunyai butang log keluar sendiri untuk log keluar ke halaman log masuk dan paparan status yang memberitahu melalui mesej.

### 5.3 Komponen Perkakasan



Gambar rajah 1.6 Kesambungan Datasheet

Rajah di atas menunjukkan lembaran data sambungan antara Arduino, sensor Ultrasonik dan juga modul Wi-Fi.



## 5.4 Pelan Ujian

Objektif ujian: Mewujudkan kredibiliti produk dan menentukan kesesuaiannya untuk aplikasi yang dimaksudkan adalah objektif ujian. Sistem pengurusan sisa pintar akan dinilai untuk kesesuaian dan keberkesanan berdasarkan semata-mata mengapa ia dibangunkan, bukannya oleh sebarang kesilapan.

Tahap ujian: Projek ini akan diuji pada peringkat penyepaduan atau sistem.

Jenis ujian: Pengujian akan dilakukan dalam kedua-dua cara yang berfungsi dan tidak berfungsi.

Asas ujian: Sumber semasa projek boleh berfungsi sebagai asas untuk ujian (keperluan berfungsi dan tidak berfungsi).

Teknik ujian: Teknik untuk ujian dibina di atas asas apa yang telah saya jelaskan. Walaupun ujian keselamatan akan dilakukan untuk langkah keselamatan mengakses rekod data semasa ujian tidak berfungsi, ujian penerimaan sistem akhir akan dijalankan semasa ujian berfungsi.

Ujian Fungsi	Ujian Tidak Berfungsi
Ujian Penerimaan - Dilakukan pada sistem yang telah siap, yang berfungsi sebagai hasil utama projek. - Pastikan sistem pengurusan sisa pintar akan dapat mengesan tong sampah dan mewakili jumlah sampah di dalamnya.	Ujian Keselamatan - Akan diuji pada keselamatan ukuran sistem. - Dalam projek ini, keselamatan langkah-langkah dilaksanakan pada fasa log masuk papan pemuka dan datang langkah keselamatan lain yang log keluar pada sesi tamat masa.

## 5.5 Reka Bentuk Kes Ujian

Ujian Fungsi	Ujian Tidak Berfungsi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor ultrasonik ialah sensor yang mengukur isipadu sisa dalam tong sampah. Sebagai tujuan atau matlamat utama pembangunan ini, bacaan dan ketepatan data haruslah tepat. Hanya keupayaan sensor ultrasonik untuk membaca jarak antara dirinya dan objek di hadapannya boleh diuji.</li> <li>• Kedekatan objek di hadapan sensor akan diukur jarak oleh sensor. Masa yang diambil untuk kekerapan mencerminkan kembali entah bagaimana dikira sebagai jarak.</li> <li>• Akibatnya, adalah sah untuk menguji sensor dengan menggunakan sebarang objek dan menukar jaraknya untuk mengesahkan ketepatan bacaan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kebanyakan sistem termasuk fungsi log masuk dan log keluar.</li> <li>• Ciri-ciri dalam sistem ini dilaksanakan untuk tujuan keselamatan asas.</li> <li>• Untuk berjaya log masuk dan melihat data, kelayakan log masuk mesti dimasukkan dengan betul.</li> <li>• Walaupun ciri tersebut merupakan langkah keselamatan asas, bukti kelayakan log masuk akan diuji untuk memastikan bahawa ia adalah kata laluan yang kukuh.</li> <li>• Langkah keselamatan tambahan, sesi tamat masa, juga telah dilaksanakan.</li> </ul>

## 5.6 Ujian

Ujian Fungsi:

Dari segi ujian kefungsiian, sensor ultrasonik diuji terlebih dahulu, diikuti dengan modul GPS dan akhirnya sambungan Wi-Fi. Sensor ultrasonik adalah bahagian terpenting dalam ujian ini kerana ia mengukur tahap kepenuhan tong sampah.

Langkah 1: Sambungan perkakasan

- Sambungkan pin VCC Sensor ke pin 5V Arduino anda.
- Sambungkan pin GND Sensor kepada mana-mana pin GND pada Arduino.

- Sambungkan pin ECHO Sensor ke pin 9 pada Arduino.
- Sambungkan pin TRIG Sensor ke pin 10 pada Arduino.

## Langkah 2: Kod

```

// defines pins numbers
const int trigPin = 9;
const int echoPin = 10;

// defines variables
long duration;
int distance, level;

void setup() {
  pinMode(trigPin, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
  pinMode(echoPin, INPUT); // Sets the echoPin as an Input
  Serial.begin(9600); // Starts the serial communication
}

void loop() {
  // Clears the trigPin
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delay(500);

  // Sets the trigPin on HIGH state for 10 micro seconds
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  // Reads the echoPin, returns the sound wave travel time in microseconds
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);

  // Calculating the distance
  distance = ((duration * 0.03438 / 2) / 30) * 100;

  // Prints the distance on the Serial Monitor
  //Serial.print("Distance: ");
  Serial.println(distance);
}

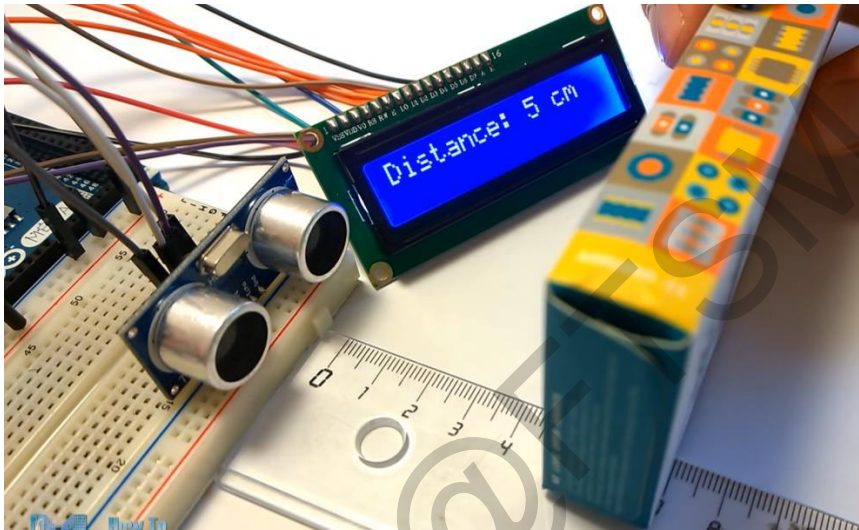
```

Gambar rajah 1.7 Kod Arduino

## Langkah 3: Bermain dengan jarak

- Selepas memuat naik kod ke Arduino, letakkan penderia dalam kedudukan tetap.
- Ambil objek dan letakkan di hadapan penderia.
- Dari semasa ke semasa gerakkan objek ke depan dan ke belakang untuk melihat perubahan bacaan.
- Keputusan akan ditunjukkan dalam bentuk peratusan kerana terdapat keperluan penukaran kepada bentuk peratusan. Jika ingin membaca jarak sebenar maka padamkan “ \* 100 ” supaya ia menunjukkan jarak bukannya peratusan.

- Kod di atas menunjukkan kepada jarak 30cm dan jika ingin meningkatkan bacaan kepada lebih daripada itu maka ubah nilai sahaja.
- Untuk mengesahkan jarak, seseorang boleh meletakkan pembaris atau pita pengukur untuk mengesahkan jarak.



Gambar rajah 1.8 Ujian Ultrasonic

#### Ujian Tidak Berfungsi:

Dalam sesi pengesahan nod-merah, kata laluan telah dikodkan bersama dengan nama pengguna. Sebagai akibat yang perlu, kata laluan akan diuji menggunakan aplikasi pihak ketiga yang mengukur kekuatan kata laluan. Berikut ialah amalan terbaik untuk mencipta kata laluan selamat.

- Hendaklah 16 aksara atau lebih; menurut penyelidikan berkaitan kata laluan kami, 75% orang menggunakan kata laluan lapan aksara atau kurang, yang tidak selamat seperti kata laluan yang lebih panjang.
- Harus mengandungi gabungan huruf, nombor dan aksara.
- Bukti kelayakan ini tidak boleh dikongsi dengan mana-mana akaun lain.
- Tidak boleh memasukkan sebarang maklumat peribadi tentang pengguna, seperti alamat atau nombor telefon mereka. Adalah idea yang baik untuk tidak memasukkan sebarang maklumat yang boleh didapati di media sosial, seperti nama anak atau haiwan peliharaan.



## 6 KESIMPULAN

Saya telah mencapai objektif pertama dan kedua secara seluruh tetapi bagi objektif ketiga, saya tidak dapat mencapai kerana menghadapi beberapa masalah. Dalam perkembangan ini, terdapat beberapa kekangan yang saya hadapi iaitu:

1. Modul GPS jarang mendapat hasil kerana ia perlu berada di kawasan lapang di mana lokasi boleh dikesan. Bagi tempat tinggal saya, agak sukar untuk mendapatkan lokasi gps.
2. Walaupun saya agak biasa dengan Arduino, saya menghadapi penyusunan dan banyak ralat lain kerana panduan atau sumber di internet tidak begitu membantu kerana setiap satunya berbeza dengan pemilihan perkakasnya kepada motifnya.
3. Bagi modul Wi-Fi, ia benar-benar tidak berfungsi sebab modelnya (ESP8266) tetapi saya mencuba model lain (ESP-M) juga yang tidak berfungsi.
4. Oleh kerana menghadapi banyak ralat dan kegagalan untuk mendapatkan hasil yang diperlukan, saya mencuba mikropemproses lain, ESP32 yang mempunyai ciri Wi-Fi terbina tetapi ia juga mempunyai beberapa ralat yang merisaukan.
5. Disebabkan semua ini, saya mempunyai beberapa masalah peribadi dan kesihatan kerana projek ini sangat penting tetapi saya tidak dapat mencapai apa yang saya inginkan.

Akibatnya, rancangan projek awal adalah kekurangan di beberapa kawasan. Mungkin lebih banyak penglibatan dalam bidang IoT dan Arduino diperlukan untuk mempunyai lebih banyak pendedahan kepada penemuan sedemikian.

## 7 RUJUKAN

A. G. da S. Junior, et al., “Towards a Real-Time Embedded System for Water Monitoring Installed in a Robotic Sailboat,” *Sensors*, vol. 16(8), 1226, 2016.

N. A. Cloete, R. M. Malekian and L. Nair. “Design of Smart Sensors for Real-Time Water Quality Monitoring,” *IEEE Access*, vol 4, pp. 3975-3990, July 2016.

Tackling increasing plastics pollution in Malaysia, *The Star newspaper* (Tuesday, 16 Mar 2021), <https://www.thestar.com.my/opinion/letters/2021/03/16/tackling-increasing-plastics-pollution-in-malaysia>. Solid Waste Management in Malaysia – A Move Towards Sustainability, by Jayashree Sreenivasan, Marthandan Govindan, Malarvizhi Chinnasami and Indrakaran Kadiresu, (October 26th, 2012), <https://www.intechopen.com/chapters/40529>.

Rakyat Malaysia hasil 37,890 tan sisa setiap hari , by Suhaila Shahrul Annuar by *Berita Harian* (June 16, 2019), <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2019/06/574909/rakyat-malaysia-hasil-37890-tan-sisa-setiap-hari>

Kaza S, Yao L, Bhada-Tata P, Van Woerden F (2018) What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. The World Bank

Hoornweg D, Bhada-Tata P (2012) What a waste: a global review of solid waste management. Urban development series; knowledge papers no. 15. World Bank, Washington

Moh YC, Manaf LA (2014) Overview of household solid waste recycling policy status and challenges in Malaysia. *Resource Conserv Recycle* 82:50–61

GESB (2011) A Study on Plastic Management in Peninsular Malaysia. Golden Ecosystem SDN. BHD; Malaysia, National Solid Waste Management Department Ministry Of Housing And Local Government, Selangor, viewed 25 January 2021, [https://jpspn.kpkt.gov.my/resources/index/user\\_1/Sumber\\_Rujukan/kajian/JPSPN%20Plastic%20Study%20-%20Final%20Report%20GESB%20-%20Softcopy%20English%20Ed2.pdf](https://jpspn.kpkt.gov.my/resources/index/user_1/Sumber_Rujukan/kajian/JPSPN%20Plastic%20Study%20-%20Final%20Report%20GESB%20-%20Softcopy%20English%20Ed2.pdf)