

## **Kajian Terhadap Rekabentuk Model/Prototaip Tangga Ikan Dalam Konteks Pemuliharaan Alam Sekitar**

**Che Din Ismail<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Politeknik Kota Bharu, 16450 Ketereh, Kota Bharu, Kelantan

**\*Corresponding author E-mail:** chedin@pkb.edu.my

### **Abstrak**

Ikan adalah salah satu daripada hidupan air yang perlu dikawal dari terus pupus. Di tasik, sungai dan aliran, perpindahan ikan berlaku mengikut musim sama ada dari hulu ke hilir atau sebaliknya bergantung kepada kesesuaian habitat kehidupan dan habitat pembiakan. Selari dengan perkembangan ekonomi dan pembangunan, pelbagai struktur telah dibina di kawasan perairan seperti jambatan, terusan, pusat rekreasi, empangan dan sebagainya. Ini secara tidak langsung telah mengganggu ekosistem hidupan air. Tangga ikan atau laluan ikan adalah salah satu daripada rekabentuk berkonsepkan teknologi hijau yang telah lama dipraktikkan di negara-negara maju bagi menjaga habitat dan pembiakan ikan memandangkan sesetengah spesies akan mudik ke hulu sungai untuk tujuan pembiakan. Objektif utama kajian ini adalah untuk mengkaji keupayaan rekabentuk tangga ikan melalui pembinaan dan ujilari terhadap model atau prototaip yang dibuat. Ujian penentuan kadar alir untuk saluran terbuka ini dilakukan di makmal dengan menggunakan model atau prototaip. Hasil dari kajian, kecerunan dan aliran kadar alir menerusi rekabentuk saluran telah dapat ditentukan untuk memastikan ikan dapat bergerak dengan baik. Dengan pelaksanaan kajian ini secara tidak langsung keberkesanan rekabentuk tangga ikan tersebut dapat dikenalpasti dan signifikan terhadap rekabentuk model ini dapat dicapai serta boleh dijadikan panduan untuk pembinaan.

**Kata Kunci:** tangga ikan; perpindahan ikan; teknologi hijau.

### **1.0 PENGENALAN**

Tangga ikan atau laluan ikan adalah salah satu daripada rekabentuk berkonsepkan teknologi hijau bagi menjaga habitat dan pembiakan ikan. Tangga ikan berfungsi untuk;

- a) memelihara migrasi perpindahan ikan melalui struktur hidraulik yang baru,
- b) menstabilkan perpindahan ikan yang tersekat pada sekatan buatan manusia atau
- c) memanjangkan migrasi perpindahan ke hulu bagi sekatan semulajadi.

Kajian rekabentuk tangga ikan yang pertama telah diterbitkan oleh Clay pada tahun 1961. Dalam penulisan beliau, tangga ikan di definisikan sebagai struktur laluan air yang melepasi atau melalui halangan, jadi rekabentuknya adalah untuk meleraikan tenaga di dalam air sebagaimana keperluan yang membolehkan ikan melaluinya tanpa tekanan. Definisi ini signifikan bagi kes tersebut dan membolehkan pembinaan yang mengambil kira ciri-ciri rekabentuk halangan dan pergerakan ikan. Cadangan inilah yang menyebabkan perlunya rekabentuk pembinaan tangga ikan.

Keperluan untuk memelihara dan meningkatkan populasi semulajadi ikan telah dikenalpasti sejak 100 tahun yang lalu. Pada masa sekarang semakin ramai pengkaji yang berminat untuk menjurus terhadap pembinaan tangga ikan. Rekabentuk pembinaan tangga ikan yang pertama dibina adalah untuk pembinaan empangan dan kolam. Penggunaan istilah tangga sebagai struktur ini telah muncul sejak 1853, buktinya adalah melalui kejayaan pembinaan tangga ikan Ballysodare di Ireland (Pryce-Tannatt, 1938). Pada 1861, Akta British Salmon Fishery telah digubal. Peruntukan akta tersebut meliputi keperluan ikan melepasi struktur dimasukkan dan dikekalkan secara efisien bagi tapak pembinaan empangan di Salmon River (Pryce-Tannatt, 1938).

Walaupun keperhatian dalam perundangan telah ada namun dapat dikenalpasti masih ada rekod yang menunjukkan kegagalan pembinaan tangga ikan (Calderwood, 1930). Punca kegagalan ini adalah kerana rekabentuk awal pembinaannya hanyalah lebih kepada emperisma dan gerak hati bukan pada usaha secara saintifik. Tangga ikan *Denil* adalah satu penyelidikan rekabentuk saintifik yang sistematik bagi rekabentuk tangga ikan bermula tahun 1908 (McLeod and Nemenyi, 1940). Kemuncak pembinaan tangga ikan adalah jenis *Chute Type Fishway* dengan pembinaannya menggunakan elemen kekasaran yang besar. Variasi terhadap keaslian rekabentuknya di gunakan sehingga kini. Namun di Malaysia, pembinaan rekabentuk tangga ikan masih tidak meluas dan kurang diberi perhatian sedangkan ia adalah satu pembinaan yang berkonsepkan mesra alam iaitu berfungsi tanpa tngga mesin.

## 1.2 Penyataan Masalah

Menurut Ahmad Ismail dan Ahmad Badri Mohamad (1992), terdapat lebih daripada 1400 spesies ikan di Brazil, manakala Eropah hanya mempunyai 192 spesies ikan. Di Semenanjung Malaysia, terdapat 56 kumpulan ikan air tawar dengan 382 spesies ikan air tawar. Keluasan tadahan air tawar adalah lebih kecil daripada lautan tidak kira berbanding dari segi luas kawasan atau jumlah air walaupun kepentingan mereka adalah setara dari segi kepelbagaian habitat. Kawasan air tawar hanya mewakili 0.8% jumlah habitat di dunia ini manakala alam marin mewakili 70.8%. Dalam persekitaran air tawar, suhunya tinggi sepanjang tahun dan tidak bermusim. Jasad-jasad air tawar di dunia ini terdiri daripada saiz dan bentuk yang berlainan, ada yang besar dan ada yang kecil (Almeida-Val et al. 2006).

Pelbagai isu telah dikeluarkan ekoran kepupusan ikan air tawar (lihat lampiran 1) dan antaranya adalah melalui;

1. Zulhilmi Hat, Pejuang Ikan Air Tawar, Berita Harian 2011/06/25

Antara spesies ikan yang menjadi hasil kajian Dr Hogan seperti keli Mekong, pari gergasi air tawar, trout, keli wel, salmon dan arapaima gigas atau pirarucu yang kini di ambang kepupusan hasil tangkapan melampau.

Projek yang bermula awal tahun 2004 diketuai Dr Hogan melalui National

Geographic akan menjelajah 14 ekosistem air tawar di dunia bagi mengkaji kepelbagaian spesies akuatik termasuk di tapak warisan dunia, Kepentingan Antarabangsa Tanah Lembap Ramsar dan Program Biodiversiti Tumpuan Persekitaran Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (PBB).

2. Nur Ain Musdad, Langkah Pulih Ekosistem Sungai, Berita Harian 2011/07/23

Jabatan Perikanan negeri Melaka melepaskan kira-kira 20,000 benih anak ikan lampam ke Sungai Tehel di Jasin sebagai langkah memulihkan ekosistem sungai berkenaan dan memastikan sumber ikan air tawar tidak mengalami kepupusan.

3. Mohd Nazri Puasa, Elak Kepupusan Ikan Air Tawar, Berita Harian 11/8/2012

Kepelbagaian sumber flora dan fauna yang masih ada kian terancam kesan daripada pembangunan negara untuk mencapai taraf negara maju. Antara sumber fauna yang menerima kesan buruk adalah hidupan sungai iaitu pelbagai jenis ikan asli yang tidak ternilai harganya.

4. Bernama, Buru Ikan Pari Gergasi, Kosmo/Dunia - 21/07/2008

Menurut Hogan, kebanyakan spesies ikan air tawar gergasi kini diancam kepupusan kerana pencemaran sungai, aktiviti menangkap ikan dan pembinaan empangan. "Daripada 22 spesies ikan gergasi hampir 70 peratus daripada jumlah itu kini diancam kepupusan," katanya.

5. Berita Harian, Haloba Orang Asia Menyumbang Kepupusan Ikan, 27/01/2012

MANILA: Pakar kajian marin Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (PBB) kelmarin membuat rumusan baru mengenai kaitan selera orang kaya di Asia dengan pengurangan stok ikan dunia.

Ketua Program Alam Sekitarnya, Jacqueline Alder, berkata peningkatan kuasa beli masyarakat Asia serta selera memakan ikan mahal menjadi punca terbaru menyumbang kepada masalah itu selain banyak habitat ikan musnah angkara pencemaran dan perubahan iklim dunia.

Beliau berkata, 32 peratus stok ikan dunia kini mengalami masalah tuai lampau sedangkan pada masa sama separuh hutan bakau dunia serta satu perlima kawasan terumbu karang musnah. "Banyak penduduk tidak lagi memakan ikan bilis apabila mereka mampu mendapatkan ikan lebih enak seperti kerapu dan jenahak yang lebih mahal sepadan dengan kekayaan mereka" katanya. Secara kesimpulannya, isu kepupusan ikan air tawar semulajadi disebabkan pembinaan, pembalakan, pertanian, pencemaran, makanan komersial dan sebagainya.

Cara mengatasi isu kepupusan ikan air tawar adalah :

1. Menyuntik Nilai Teknologi Alam Sekitar Dalam Pembinaan
2. Mengurangkan Pembalakan
3. Merancang Dan Mengawal Pelaksanaan Pertanian Berhampiran Sungai
4. Mengelakkan Pencemaran
5. Menternak Ikan Air Tawar Sebagai Makanan Komersial

## **1.2 Objektif Kajian**

Tujuan pembinaan model atau prototaip ini adalah untuk mengkaji keupayaan rekabentuk tangga ikan bagi membolehkan ikan bergerak dengan selamat dari segi:

- i. Mengenalpasti kesesuaian kecerunan rekabentuk tangga ikan
- ii. Mengenalpasti kesesuaian kadar alir air melalui tangga ikan
- iii. Mengenalpasti keupayaan fungsi model atau prototaip

## **1.3 Signifikan Kajian**

Pembinaan model ini akan dapat memberikan pendedahan dan perkembangan idea terhadap teknologi pembinaan hidraulik dan aplikasi pembinaan berkonsepkan teknologi hijau. Dari sudut pembelajaran, model atau prototaip ini mampu menerangkan dengan lebih jelas tentang penggunaan ilmu hidraulik dalam pembinaan kejuruteraan awam (pengairan).

## **1.4 Skop Dan Batasan Kajian**

Berikut adalah skop dan batasan kajian;

Model atau prototaip ini adalah 19% kecil dari struktur asal

Pengiraan rekabentuk adalah merujuk kepada sumber kajian terdahulu

Ujian kadar alir adalah merujuk kepada konsep asas hidraulik sahaja

Terdapat pelbagai kajian lepas tentang pembinaan model atau prototaip bagi tangga ikan. Antaranya yang boleh dibuat perbandingan adalah kajian penulisan oleh Bender, M., Katopodis, C., dan Simonovic, S. P. (1992) Melalui kajian ini sebuah prototaip sistem pakar (FDES) telah dibangunkan untuk mengesyorkan fishway jenis yang paling sesuai untuk keadaan rekabentuk yang diberi. Syor disediakan berdasarkan fishway hidraulik, spesis ikan, prestasi keboleherjaan dan keperluan kos.

Reka bentuk Fishway memerlukan kepakaran dalam pelbagai bidang termasuk hidrologi, hidraulik dan biologi ikan. Jika hendak dibandingkan dengan kajian ini, konsep pembinaan model atau prototaip yang dibangunkan ini hanya berpandukan kepada teori dari silibus peringkat diploma serta sedikit pengalaman kolaborasi dengan syarikat luar, namun ianya sangat berguna sebagai alat bantu mengajar yang lebih kepada konsep OBE Model atau prototaip ini mampu menimbulkan minat pelajar dan memahami penggunaan formula dan teori dalam pembinaan yang sebenar.

## 2.0 METODOLOGI

Dalam kajian ini beberapa kaedah kajian digunakan bagi menghasilkan model atau prototaip tangga ikan ini. Antaranya adalah :

### 1. Kajian Literatur

Melalui kaedah ini bahan-bahan atau rujukan berkaitan tentang jenis-jenis , habitat ikan, rekabentuk fishway, faktor rekabentuk di kenalpasti dan dikumpulkan.

### 2. Merekabentuk Struktur

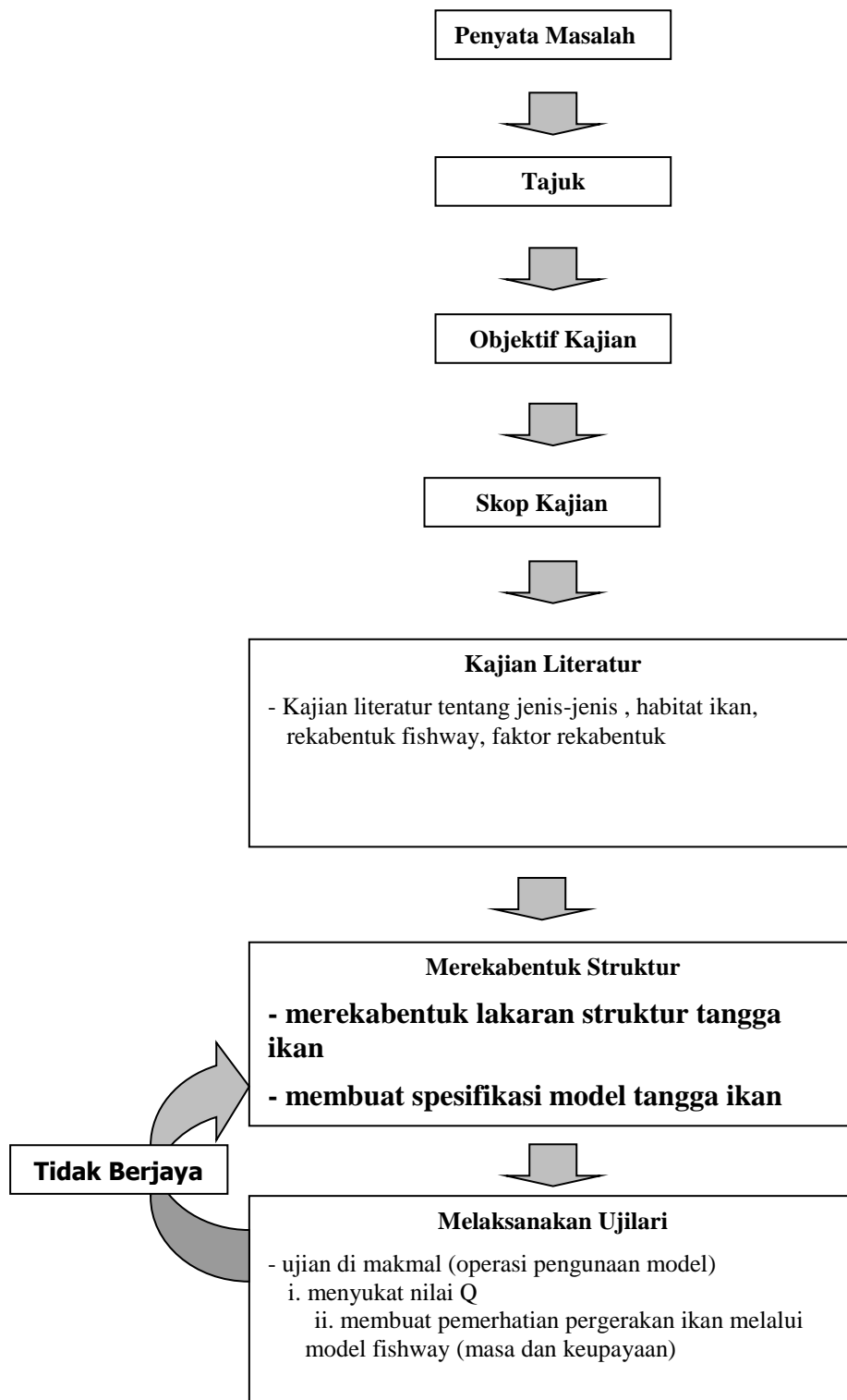
- Membuat rekabentuk lakaran struktur tangga ikan
- Membuat spesifikasi model tangga ikan
- Membuat pengiraan rekabentuk dari segi aliran

### 3. Melaksanakan ujilari

- Menjalankan ujian di makmal (operasi penggunaan model) dengan cara ;
  - i. menyukat nilai kadar alir (Q)
  - ii. membuat pemerhatian pergerakan ikan melalui model fishway (masa dan keupayaan)

## 2.1 Carta Aliran Kajian

Berikut adalah carta aliran kajian ini :

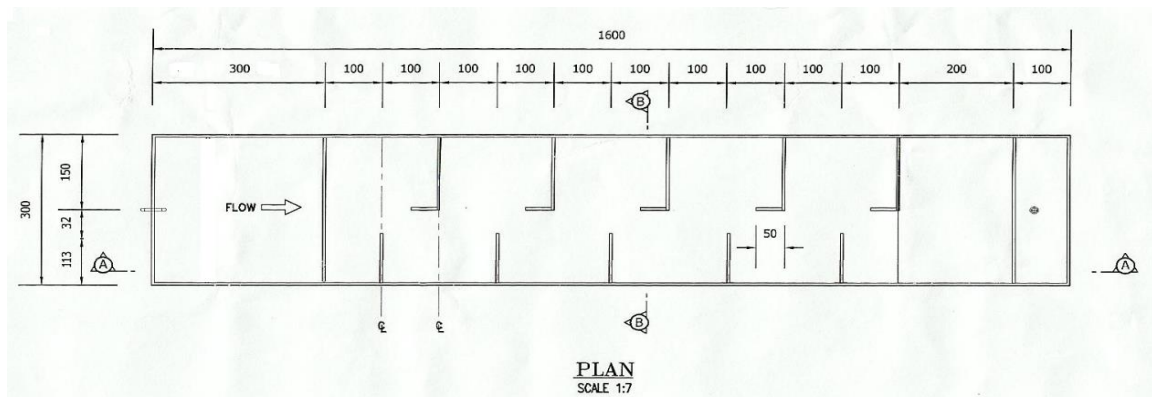


## 2.2 Rekabentuk Dan Perincian Projek

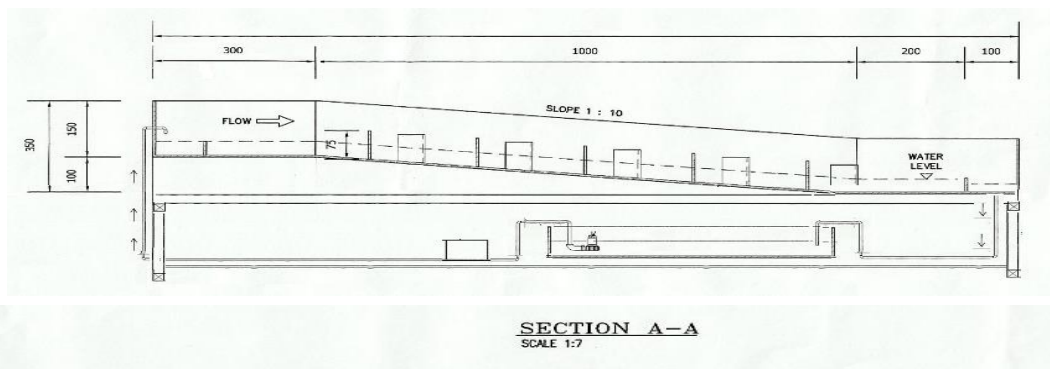
Berikut adalah rekabentuk dan perincian projek;



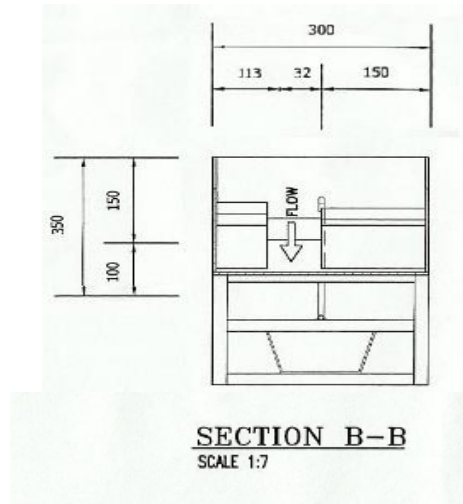
**Rajah 1:** Foto Contoh Vertical Slot Fish Ladder



**Rajah 2:** Rajah Plan Struktur Tangga Ikan



**Rajah 3:** Rajah Keratan (Section A-A) Struktur Tangga Ikan



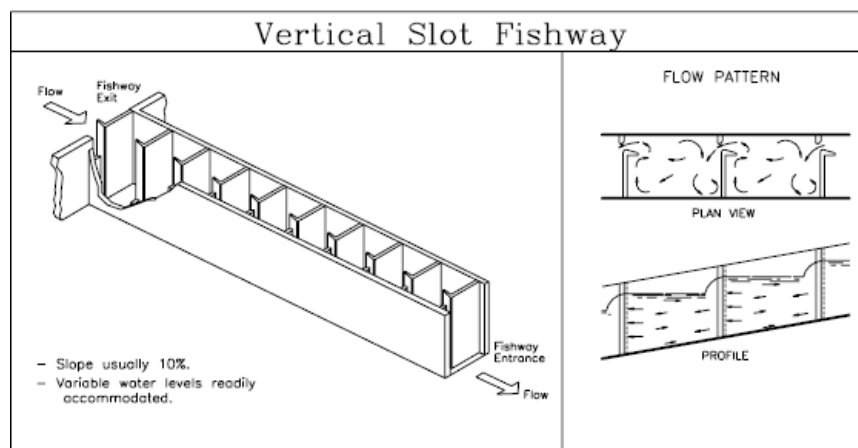
**Rajah 4:** Rajah Keratan (Section B-B) Struktur Tangga Ikan

## 2.3 Eksperimen

Kajian ini adalah tertumpu kepada pembinaan model atau prototip untuk tangga ikan. Pembinaan model adalah merujuk kepada struktur asal fishladder untuk Cadangan Projek Pembinaan dan Penyiapan Low Weir dan kerja-kerja berkaitan merentasi Sungai Kelantan bagi Pengairan Pam Kemubu, Kelantan Darul Naim. Model atau prototip ini adalah di kecil dari struktur asal dan pengiraan rekabentuk adalah merujuk kepada sumber kajian terdahulu. Melalui projek ini ujian yang dibuat adalah dari segi semakan ujilari model dan ujian kadar alir yang mana merujuk kepada konsep asas hidraulik sahaja.

### 2.3.1 Pengiraan Rekabentuk Kecerunan Struktur Dasar Tangga Ikan

Kecerunan tangga ikan adalah salah satu faktor yang mempengaruhi pergerakan ikan. Namun, berdasarkan kepada (Chris Katopodis , 1992), tangga ikan kebiasannya direkabentuk dengan kecerunan 10%.



**Rajah 5:** Tangga Ikan Jenis Slot Menegak

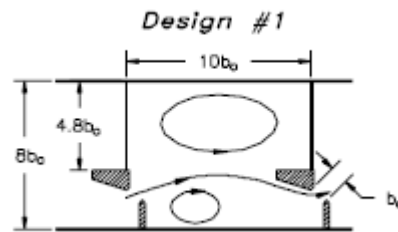


### 2.3.2 Penentuan Ujilari Fungsi Model / Prototaip Tangga Ikan

Penentuan ujilari adalah meliputi kefungsian model/ prototaip yang dihasilkan. Antara perkara yang perlu disemak adalah struktur fizikal dengan merujuk kepada lakaran pelan. Semakan keduanya adalah dari segi fungsi pam, kelancaran aliran air, kekukuhan dan kestabilan struktur, keupayaan pergerakan ikan, kesesuaian kecerunan, kesesuaian saiz, kebisingan dan nilai estatika.

### 2.3.3 Penentuan Corak Aliran Air Dan Spesifikasi Rekabentuk Tangga Ikan

Penentuan corak aliran air dan spesifikasi rekabentuk tangga ikan sepenuhnya dirujuk pada piawaian *Vertical slot fishway design layouts including circulation patterns in pools* (Chris Katopodis , 1992)



**Rajah 6:** *Vertical Slot Fishway Design Layout Including Circulation*

### 2.3.4 Penentuan Kadar Aliran Air Melalui Struktur Rekabentuk Tangga Ikan

Penentuan kadar alir bagi aliran yang melalui rekabentuk tangga ikan adalah dengan menggunakan formula maning dimana;

$$Q = A \cdot \frac{1}{N} \cdot (m^{2/3})(i^{1/2})$$

- Dimana ;
- A = luas
  - = b x d (tinggi air)
  - P = parameter basah
  - = 2b + d
  - m = A/P
  - N = dasar licin dan berpasir
  - i = 7.5/100

### **2.3.5 Penentuan Keupayaan Berenang Sampel Ikan Bagi Rekabentuk Model / Prototaip Tangga Ikan (Melalui Pemerhatian)**

Keupayaan ikan bergerak adalah sukar untuk di ambil analisis. Data keupayaan ikan adalah bergantung kepada banyak faktor. Namun begitu bagi memudahkan cerapan data pemerhatian terhadap keupayaan berenang ikan adalah diukur bermula dari tempat ikan di lepaskan sehinggalah kepada berapa jauh ia bergerak kehadapan dan masa yang diambil untuk sampai ke jarak tersebut. Dengan itu kelajuan renang dan kesesuaian kadar alir dapat di kenal pasti.

## **3.0 HASIL KAJIAN**

Berikut adalah hasil kajian mengikut eksperimen yang dijalankan;

### **3.1 Pengiraan Rekabentuk Kecerunan Struktur Dasar Tangga Ikan**

Merujuk kepada lukisan;

$$\begin{aligned} \text{Panjang dasar} &= 1000 \text{ mm} \\ \text{Tinggi slot} &= 80 \text{ mm} \\ \text{Kecerunan} &= \frac{\text{Tinggi slot}}{\text{Panjang dasar}} \\ &= \frac{80}{1000} \\ &= 8\% \end{aligned}$$

Oleh itu kecerunan adalah 8%

Kecerunan dasar 8% adalah yang paling sesuai dari segi teorinya kerana spesis ikan yang mendiami sungai di Malaysia kebanyakannya mempunyai daya renang yang tinggi ketika dewasa.

### **3.2 Hasil Penentuan Ujilari Fungsi Model / Prototaip Tangga Ikan**

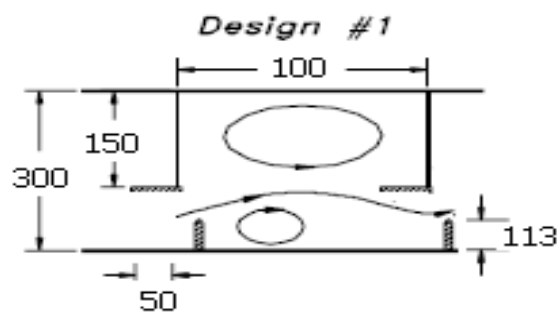
Berpandukan prestasi ujilari terhadap prototaip, semua komponen berfungsi dengan baik. Tiada kebocoran pada pada pam dan sepanjang larian air. Ini bermakna tiada gangguan pada pengiraan kadar alir. Struktur binaan juga tiada berlaku gegaran. Hal ini membolehkan ikan membuat renang tanpa gangguan dari persekitaran.

**Jadual 1:** Semakan Kestabilan Ujilari Prototaip

| Bil | Item Semakan                                | Catatan   |
|-----|---|---|
| 1.  | Semakan struktur fizikal<br>- rujuk lakaran | Struktur fizikal adalah sebagaimana spesifikasi lukisan |
| 2.  | Semakan fungsi :                            | Fungsi adalah memuaskan                                 |
|     | a. Pam                                      |   |
|     | b. Aliran air                               |   |
|     | c. Kekukuhan dan kestabilan struktur        |   |
|     | d. Keupayaan Pergerakan                     |   |
|     | e. Kesesuaian kecerunan                     |   |
|     | f. Kesesuaian saiz                          |   |
|     | g. Kebisingan                               |   |
|     | h. Nilai estatika                           |   |

### 3.3 Penentuan Corak Aliran Air Dan Spesifikasi Rekabentuk Tangga Ikan

Rajah 7 Rekabentuk model / prototaip tangga ikan yang dilakarkan berdasarkan panduan piawaian piawaian *Vertical slot fishway design layouts including circulation patterns in pools* (Chris Katopodis , 1992). Namun begitu, rekabentuk dan spesifikasinya diubah sedikit mengikut keperluan pembinaan.



**Rajah 7:** Rekabentuk Model / Prototaip Tangga Ikan

### 3.4 Penentuan Kadar Aliran Air Melalui Struktur Rekabentuk Tangga Ikan

Melalui formula maning untuk pengiraan kadar alir bagi saluran terbuka

$$\text{Kadar alir bagi formula Manning, } Q = A \cdot \frac{1}{N} \cdot (m^{2/3})(i^{1/2})$$

- Dimana ;
- A = luas
  - = b x d (tinggi air)
  - P = parameter basah
  - = 2b + d

$$m = A/P$$

N = dasar licin dan berpasir

= anggapan 0.014 (Benton halus dengan dasar licin dan rata)

Rujukan : Imam Subarkah,1980

$$i = 8/100$$

### Keputusan : Penentuan Kadar Aliran

Daripada beberapa percubaan penentuan kadar alir, penambahan ketinggian paras air akan memberikan penambahan nilai kepada kada alir. Ini bermakana ketinggian paras air berkadar terus dengan kadar alir. Daripada pemerhatian ketika ujilari, paras air 0.4 m memberikan kadar alir yang paling efektif kerana aliran lebih lancar dan kedalaman pada setiap tangga adalah sama.

**Jadual 2:** Penentuan Kadar Alir Berbanding Ketinggian Air

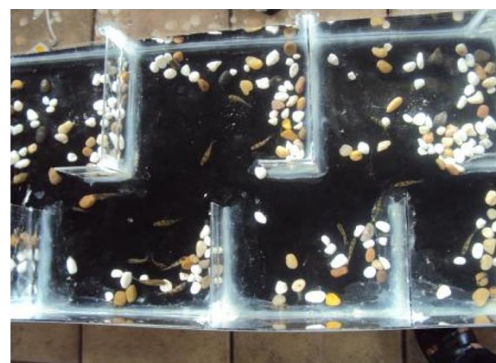
|                             |                                |                     |  |  |
|-----------------------------|--------------------------------|---------------------|--|--|
| <b>b (m)</b>                | 0.3                            |                     |  |  |
| <b>i</b>                    | 8/100                          |                     |  |  |
| <b>Pekali Manning, N</b>    | 0.014                          |                     |  |  |
| <b>Ketinggian Air d (m)</b> | <b>isipadu (m<sup>3</sup>)</b> | <b>V Masa t (s)</b> | <b>Kadar Alir, Q (m<sup>3</sup>/s)</b> |  |
| 0.4                         | 0.00095                        | 4                   | 0.0002375                              |  |
| 0.3                         | 0.00095                        | 5                   | 0.00019                                |  |

### 3.5 Penentuan Keupayaan Berenang Sampel Ikan Bagi Rekabentuk Model / Prototaip Tangga Ikan (Melalui Pemerhatian)

Beberapa spesis ikan dipilih berdasarkan kepada keaktifan pergerakan dan dijadikan sebagai sampel untuk memastikan rekabentuk prototaip mampu memenuhi keupayaan renangan. Hasil kajian menunjukkan sampel E iaitu udang yang mempunyai daya kelajuan yang paling rendah tapi mampu melepasi keseluruhan laluan. Ini bermakna prototaip yang direkabentuk telah mencapai objektif.

**Jadual 3:** Penentuan Keupayaan Berenang Sampel Ikan Bagi Rekabentuk Model / Prototaip Tangga Ikan (Melalui Pemerhatian)

| No. sampel | Nama ikan  | Jarak renangan (meter) | Masa renangan (Saat) | Kelajuan renangan (m/s) | Suhu (° c) |
|------------|------------|------------------------|----------------------|-------------------------|------------|
| A          | Molly      | 0.5                    | 300                  | 0.0033                  | 37         |
| B          | Guppy      | 0.5                    | 300                  | 0.0025                  | 37         |
| C          | Tiger Barb | 0.5                    | 120                  | 0.0042                  | 37         |
| D          | Bala Shark | 0.5                    | 180                  | 0.0028                  | 37         |
| E          | Udang      | 0.5                    | 360                  | 0.0014                  | 37         |



**Rajah 8:** Renangan Ikan Merentasi Aliran *Fishway*

#### 4.0 KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, kajian telah dapat mencapai objektifnya dengan baik. Penghasilan model/ prototaip berpandukan piawaian yang ditetapkan pengkaji terdahulu dapat diaplikasikan dengan sempurna dalam kaedah rekabentuk. Prototaip yang dihasilkan mampu menjadi panduan kepada perunding dan kontraktor yang terlibat dalam pembinaan khususnya melibatkan pembinaan struktur berbentuk halangan terhadap aliran air. Binaan prototaip ini juga mampu menyedarkan masyarakat tentang betapa pentingnya amalan teknologi hijau demi menjaga masa depan alam. Dalam dunia pendidikan juga projek ini mampu menjadikan pengajaran dan pembelajaran lebih menarik dan mudah difahami.

Namun begitu, analisis yang di laksanakan bagi penyediaan laporan adalah sangat ringkas. Dengan jangkamasa, kepakaran dan kos yang terhad. Dengan kepakaran tambahan dalam bidang biologi perikanan dan kejuruteraan hidraulik, kajian yang lebih mendalam akan dapat dilaksanakan dan masalah serta kekurangan pada model/ prototaip ini akan dapat di perkemaskan lagi. Antara kelemahan yang boleh diperbaiki adalah mempelbagaikan keadaan permukaan dasar supaya lebih sesuai dengan tempat pembinaan yang sebenar. Selain itu bentuk dan larian juga boleh dipelbagaikan supaya sesuai untuk semua hidupan air selain ikan yang mendiami sungai. Penggunaan motor pam juga sebaiknya menggunakan model yang lebih berkualiti untuk mengelakkan kebisingan dan mennggangu pergerakan ikan.

Model/prototaip ini diharapkan akan memberikan manafaat kepada bidang pendidikan dan teknologi pembinaan. Ini kerana pelajar secara umumnya tidak tahu apakah aplikasi sebenar terhadap teori yang diajar semasa dalam kelas untuk topik kejuruteraan. Walaupun di praktikkan teori melalui amali, mereka masih belum jelas tentang aplikasi terhadap pembinaan sebenar. Selain itu pembaharuan model / prototaip ini juga adalah sebagai satu anjakan permulaan dan pencetusan idea terhadap keperluan aplikasi teknologi hijau dalam pembinaan dalam konteks pemuliharaan alam semulajadi.

## **5.0 PENGHARGAAN**

Penulis ingin merakamkan penghargaan yang tidak terhingga kepada institusi yang terlibat di atas sumbangan dalam menjayakan projek ini:

- i. Jabatan Pengairan Kemubu (KADA)
- ii. Jabatan Pengairan Dan Saliran (JPS)
- iii. Jurutera Perunding Zaki

Serta semua individu yang terlibat.

## **6.0 RUJUKAN**

Ahmad Ismail & Ahmad Badri Mohamad. (1992). *Ekologi Air Tawar*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pusaka.

Almeida-Val, V.M.F.D., Val, A.L. & Randall, D.J. (2006). *The Physiology of Tropical Fishes*. London: Elsevier

Bername, *Buru Ikan Pari Gergasi*, Kosmo/Dunia - 21/07/2008

Calderwood, W.L., (1930) "Salmon and Sea Trout," Edward Arnold and Co., London, England,.

Chris Katopodis, (1992) “Introduction To Fishway Design” University Crescent Winnipeg, Manitoba, Canada.

McLeod, A.M. and Nemenyi, Paul, "An Investigation of Fishways," University of Iowa, Studies in Engr. Bulletin 24, 1939-1940.

Nur Ain Musdad, Langkah Pulih Ekosistem Sungai, Berita Harian 2011/07/23

Mohd Nazri Puasa, Elak Kepupusan Ikan Air Tawar, Berita Harian 11/8/2012

Pryce-Tannatt, T.C., "Fish Passes in Connection with Obstructions in Salmon Rivers, " The Buckland Lectures for 1937, Edward Arnold and Co., London, England, 1938.

Zulhilmi Hat, Pejuang Ikan Air Tawar, Berita Harian 2011/06/25