

KITAR SEMULA

SISA ELEKTRIK DAN ELEKTRONIK

RANTAIAN BEKALAN DAN PERMINTAAN BERBALIK

**Nizaroyani Saibani
Muhammad Idham Sabtu
Rizauddin Ramli
Nur Farhani Ismail**

PENERBIT UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
BANGI • 2024
www.ukm.my/penerbit

Cetakan Pertama / *First Printing*, 2024
Hak Cipta / *Copyright* Universiti Kebangsaan Malaysia, 2024

Hak cipta terpelihara. Tiada bahagian daripada terbitan ini boleh diterbitkan semula, disimpan untuk pengeluaran atau ditukarkan ke dalam sebarang bentuk atau dengan sebarang alat juga pun, sama ada dengan cara elektronik, gambar serta rakaman dan sebagainya tanpa kebenaran bertulis daripada Penerbit UKM terlebih dahulu.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from Penerbit UKM.

Diterbitkan di Malaysia oleh / *Published in Malaysia by*
PENERBIT UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan, MALAYSIA
www.ukm.my/penerbit
e-mel: penerbit@ukm.edu.my

Penerbit UKM adalah anggota / *is a member of the*
MAJLIS PENERBITAN ILMIAH MALAYSIA /
MALAYSIAN SCHOLARLY PUBLISHING COUNCIL
PERSATUAN PENERBIT BUKU MALAYSIA /
MALAYSIAN BOOK PUBLISHERS ASSOCIATION
No. Ahli / *Membership No.* 198302

Atur huruf oleh / *Typeset by*
PENERBIT UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan, MALAYSIA

Dicetak di Malaysia oleh / *Printed in Malaysia by*
PEWARIS GEMILANG SDN. BHD.
No. 27G, Jalan Putra 8, Taman Kajang Putra,
43000 Kajang, Selangor Darul Ehsan, MALAYSIA



Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan
Perpustakaan Negara Malaysia
Rekod katalog untuk buku ini boleh didapati
dari Perpustakaan Negara Malaysia
ISBN 978-629-486-267-8

Kandungan

Senarai Jadual & Rajah ... 7

Senarai Singkatan ... 11

Prakata ... 13

BAB 1 Sisa Buangan Elektrik dan Elektronik dari Perspektif
Komposisi, Penghasilan dan Pengurusan ... 15

BAB 2 Proses Kitar Semula Komponen *E-waste* ... 26

BAB 3 Rantaian Bekalan dan Permintaan ... 45

BAB 4 Kerangka Konsep Pembuatan Keputusan dan Faktor-faktor
Kejayaan Kritikal ... 75

BAB 5 Percubaan Pengambilan Keputusan dan Penilaian Makmal ... 95

BAB 6 Model Pengukuran Rasch ... 116

BAB 7 Kerangka Konsep Rantaian Pembekalan dan Permintaan
Berbalik *E-waste* di Malaysia ... 128

Rujukan ... 145

Indeks ... 157

Prakata

Rantaian bekalan kini terus-menerus mempunyai kitar akhir hayat produk yang singkat akibat kadar inovasi dan penembusan pasaran yang tinggi terutamanya penjualan secara dalam talian bagi peralatan elektrik dan elektronik. Keadaan tersebut menyumbang kepada pengaliran produk berbalik yang memerlukan organisasi pengilangan semula untuk mengurus secara strategik dalam menangani aliran pulangan produk akhir kitar hayat yang meningkat serta mengandungi komposisi berbahaya. Pengurusan rantaian bekalan berbalik diperlukan bagi memanfaatkan produk tersebut terhadap keuntungan ekonomi dan penjagaan alam sekitar.

Matlamat penulisan buku ini adalah untuk memberi gambaran secara komprehensif mengenai senario kitar semula sisa buangan elektrik dan elektronik yang dikenali sebagai *e-waste*. Pemprosesan *e-waste* yang melibatkan proses konvensional seperti mekanikal, hidrometalurgi dan pirometalurgi dalam mengestrak logam berharga daripada *e-waste* mampu menjana pulangan ekonomi yang baik sekiranya aspek rantaian bekalan dan permintaan diuruskan secara sistematik.

Penulisan buku ini berdasarkan daripada tesis peringkat ijazah sarjana penyelidikan yang bertajuk *Pengurusan Rantaian Bekalan dan Permintaan Berbalik bagi Kitar Semula Komponen E-waste di Malaysia* dan penulisan jurnal kebangsaan dan antarabangsa yang telah diterbitkan dalam bidang rantaian bekalan dan kejuruteraan industri. Teori-teori asas rantaian bekalan digunakan dalam pembangunan rangka kerja konsep bagi dijadikan garis panduan oleh pengamal industri dan akademik dalam menjalankan aktiviti kitar semula *e-waste* di Malaysia. Ilustrasi seperti rajah dimuatkan untuk memberi kefahaman terhadap sesuatu perkara yang dibincangkan.

Buku ini mempunyai nilai ilmu dan kekuatan tersendiri dalam bidang pengurusan rantaian bekalan terutamanya dalam rantaian bekalan dan permintaan berbalik. Pembangunan rangka kerja ini belum lagi digunakan secara meluas dalam industri kitar semula *e-waste* di Malaysia. Diharapkan dengan penghasilan buku ini dapat memberi suatu garis panduan kepada pengamal industri dan akademik dalam menguruskan rantaian dengan baik sekali gus dapat memberi penambahbaikan terhadap teknologi proses kitar semula, kualiti produk dan polisi berkaitan *e-waste*.

Sasaran pembaca buku ini khusus kepada pihak pengurusan tertinggi dan penyelidik di industri, jurutera, pelajar siswazah graduan di universiti dalam bidang pengurusan industri kejuruteraan dan penggubal polisi bagi penambahbaikan industri. Kami ingin merakamkan penghargaan kepada Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia dan Universiti Kebangsaan Malaysia kerana membiaya penerbitan buku ini di bawah Dana Penerbitan Buku (DPB) dengan tajuk *Kitar Semula E-waste Rantaian Bekalan dan Permintaan Berbalik* berkod penyelidikan DPB-2023-118.

Nizaroyani Saibani
Muhammad Idham Sabtu
Rizauddin Ramli
Nur Farhani Ismail