

**ANALISIS PROSES SINTERING PADA PEMBUATAN SPESIMEN UJI
TIP CARBIDE DENGAN TEKNOLOGI METALURGI SERBUK
MENGUNAKAN MATERIAL *TUNGSTEN CARBIDE***

Tugas Akhir

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Menyelesaikan Pendidikan Diploma IV

Oleh :

EDO KURNIADI

221411908



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

BANDUNG

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Proyek Akhir yang berjudul

**ANALISIS PROSES SINTERING PADA PEMBUATAN SPESIMEN UJI *TIP CARBIDE*
DENGAN TEKNOLOGI METALURGI SERBUK MENGGUNAKAN MATERIAL
*TUNGSTEN CARBIDE***

Oleh

Nama :Edo Kurniadi

NIM : 221411908

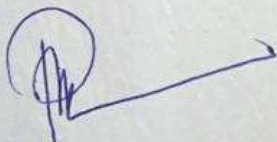
Telah direvisi, disetujui, dan di sahkan sebagai Tugas Akhir penutup program Pendidikan
Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 13 September 2024

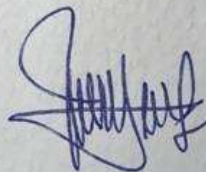
Disetujui,

Pembimbing I,



Pandoe, ST., MT.
NIP. 196903031995121002

Pembimbing II,



Wiwik Purwadi, Dipl.Ing., MT
NIP. 196508091994031001

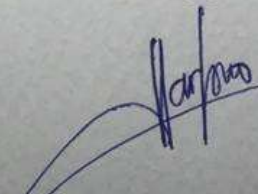
Disahkan,

Ketua Penguji,



Jata Budiman, SST., MT
NIP. 197703052006041012

Penguji I,



Hartono Widjaja, SST., MT.
NIP. 196111201988031003

Penguji II



Otto Purnawarman, ST., MT.
NIP. 196207101989031004



PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Edo Kurniadi
NIM	:	221411908
Jurusan	:	Teknik Manufaktur
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Analisa Proses Sintering pada Pembuatan Spesimen Uji <i>Tip Carbide</i> Dengan Teknologi Metalurgi Serbuk Menggunakan Material <i>Tungsten Carbide</i>

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 10 September 2024
Yang Menyatakan,



(Edo Kurniadi)
221411908

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Edo Kurniadi
NIM : 221411908
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Analisa Proses Sintering pada Pembuatan Spesimen Uji *Tip Carbide* Dengan Teknologi Metalurgi Serbuk Menggunakan Material *Tungsten Carbide*

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 10 September 2024
Yang Menyatakan,



(Edo Kurniadi)
221411908

MOTO PRIBADI

Berangkat dengan penuh keyakinan. Berjalan dengan penuh keikhlasan dan Istiqomah dalam menghadapi cobaan. Hanya kepada Allah saya mengabdikan, memohon ampunan dan pertolongannya.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, saudara, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

KATA PENGANTAR

Pertama - tama penulis mengucapkan puji dan syukur kepada tuhan yang maha Esa yang telah memberkati penulis sehingga karya tulis ini dapat diselesaikan dengan judul **“Analisa Proses Sintering pada Pembuatan Spesimen Uji *Tip Carbide* Dengan Teknologi Metalurgi Serbuk Menggunakan Material *Tungsten Carbide*”** penulis juga ingin mengucapkan terimakasih bagi seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam pembuatan karya tulis ini dan beberapa sumber yang telah kami pakai sebagai referensi, data dan fakta karya tulis ini.

Penulis memiliki keterbatasan dalam berbagai hal oleh karena itu dalam pembuatan karya tulis ilmiah ini penulis mendapat banyak bantuan, masukan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih yang tulus kepada :

1. Teristimewa kepada Orang Tua penulis yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Pandoe, ST., MT. selaku pembimbing I dan Bapak Wiwik Purwadi, Dipl.Ing., MT. selaku pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan saran kepada penulis baik dalam proses pembuatan benda maupun penulisan karya tulis ini.
3. Para dosen, Instruktur, dan Staff Jurusan Teknologi Manufaktur Politeknik Manufaktur Bandung.
4. Seluruh rekan mahasiswa Teknik Manufaktur khususnya sesama angkatan yang seperjuangan dan selalu memberi dukungan dan membantu dalam menyelesaikan proyek akhir ini.

Dengan menyelesaikan karya tulis ini kami mengharapkan banyak manfaat yang dapat diambil. Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan karya tulis ini. Akhir kata, penulis berharap karya tulis ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandung, September 2024



(Edo Kurniadi)

ABSTRAK

Material merupakan suatu bahan untuk membuat produk dengan berbagai macam proses dan salah satunya yaitu dengan teknologi *powder metallurgy* yang merupakan proses pembentukan benda kerja dari logam, dimana material awal berupa serbuk yang kemudian serbuk tersebut ditekan di dalam sebuah *dies* menjadi bentuk yang diinginkan (dikenal dengan istilah *compacting*). Selanjutnya serbuk yang telah ditekan dipanaskan supaya saling mengikat dan menjadi rigid (dikenal dengan istilah *sintering*). Keunggulan dari teknologi *powder metallurgy* adalah efisiensi pemakaian bahan yang sangat tinggi dan terjadinya cacat seperti segregasi dan kontaminasi yang rendah. *Tip carbide* merupakan alat potong yang sangat diperlukan pada proses pembubutan, karena pahat bubut dengan berbagai jenisnya dapat membuat benda kerja dengan berbagai bentuk sesuai tuntutan pekerjaan. Penelitian ini dilakukan untuk membahas percobaan pembuatan spesimen uji *tip carbide* dengan proses teknologi *powder metallurgy* dan material Carbide sebagai bahan utama. Pembuatan dilakukan dengan proses metalurgi serbuk dengan komposisi fraksi berat 10% dari 50 gram berat material utama. Binder seperti *paraffin* 0,42 gram, *castor oil* 0,03 gram, *oleic acid* 0,25 gram, *petroleum* 4,29 gram, *zink stearate* 0.05 gram dengan kecepatan *mixing* 40 rpm dan dengan waktu *mixing* 15 menit serta tekanan kompaksi 4,8 MPa selama 160 detik. Sedangkan temperatur sintering dan waktu tahan sintering dilakukan dengan beberapa variasi yaitu 400,600,700,900, 1100°C dengan rata-rata 20 jam. Untuk mengidentifikasi benda dilakukan beberapa kali pengujian Berdasarkan hasil pengujian. Penelitian ini menunjukkan bahwa oksidasi mempengaruhi kualitas dan performa material sintering dengan menyebabkan pembentukan fasa oksida, penurunan kekuatan, dan peningkatan porositas. Untuk hasil yang lebih baik, perbaikan sistem kontrol atmosfer dan pengujian teknik baru untuk mengatasi oksidasi perlu dilakukan.

Kata kunci: *Powder Metallurgy, Tip Carbide, Sintering, Oksidasi*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS.....	3
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	4
MOTO PRIBADI	5
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	viii
LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian dan Manfaat.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 METALURGI SERBUK (POWDER METALLURGY).....	5
2.1.1. Klasifikasi Design Produk Metalurgi Serbuk	6
2.2 PROSES METALURGI SERBUK (POWDER METALLURGY)	10
2.2.1. Karakterisasi Metalurgi Serbuk	10
2.2.2. Pencampuran (<i>Mixing</i>) Metalurgi Serbuk	16
2.2.3. Penekanan (<i>Compaction</i>) Metalurgi Serbuk	20
2.2.4. Pemanasan (<i>Sintering</i>) Metalurgi Serbuk.....	23
2.3 DESIGN OF EXPERIMENTS.....	29
2.3.1. Tujuan Desain Ekperimen.....	29
2.4 PENELITIAN TERDAHULU	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	32
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	33
3.2. <i>Mechanical Properties Tungsten Carbide</i>	34
3.3. Perancangan Percobaan.....	34
3.3.1 Bentuk Spesimen Uji.....	34

3.3.2	Pemilihan Faktor dan Respon.....	35
3.4.	Pelaksanaan Percobaan.....	35
3.4.1.	Proses pembuatan spesimen uji.....	35
3.5.	Hasil Percobaan.....	52
3.5.1.	Hasil Percobaan Sinter.....	52
BAB IV	ANALISA PROSES PENELITIAN.....	60
4.1.	Analisa Proses Pembuatan.....	60
4.2.	Analisa Hasil Percobaan.....	60
BAB V	PENUTUP	63
5.1.	Kesimpulan.....	63
5.2.	Saran.....	64
5.3.	Penutupan	65
DAFTAR PUSTAKA		66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 <i>Tungsten Carbide Powder</i>	1
Gambar 1. 2 Tip Carbide	2
Gambar 2. 1 Proses metalurgi serbuk secara umum	5
Gambar 2. 2 Klasifikasi Kerumitan Produk Metalurgi Serbuk	6
Gambar 2. 3 Pemilihan proses pengerjaan menentukan kualitas dan biaya	9
Gambar 2. 4 Bentuk-bentuk partikel	11
Gambar 2. 5 Cara pengukuran diameter serbuk	11
Gambar 2. 6 Pengukuran dimensi partikel menggunakan <i>wiremesh</i>	13
Gambar 2. 7 Sudut yang terbentuk akibat pengaruh kemampuan alir serbuk	15
Gambar 2. 8 Metode pencampuran serbuk	17
Gambar 2. 9 Berbagai jenis <i>mixer</i> pada proses <i>mixing</i> serbuk logam	18
Gambar 2. 10 Proses kompaksi pada serbuk logam	20
Gambar 2. 11 Pergerakan partikel	21
Gambar 2. 12 Tahap <i>necking</i> dengan rasio X terhadap D	24
Gambar 2. 13 Geometri batas butir dan pori pada produk saat proses densifikasi.....	24
Gambar 2. 14 Grafik hubungan volume, properties, temperatur, dan waktu pada proses <i>sintering</i>	25
Gambar 2. 15 Pemisahan pori dan pembulatan pori pada tahap akhir <i>sintering</i>	26
Gambar 2. 16 Pengaruh peningkatan temperatur terhadap kepadatan <i>green compact</i>	26
Gambar 2. 17 Siklus perlakuan panas.....	27
Gambar 2. 18 <i>Inser Tips (Pengikat dibrasing)</i>	29
Gambar 2. 19 Contoh <i>Insert Tips</i> (Pengikat diklem /dibaut).....	30
Gambar 2. 20 <i>Insert Tips</i> (Pengikat diklem /dibaut)	30
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian pembuatan <i>Tungsten Carbide</i>	36
Gambar 3. 2 Gambar Spesimen Uji <i>Tungsten Carbide</i>	38
Gambar 3. 3 <i>Microscopy Visible Light</i>	39
Gambar 3. 4 Ukuran dan bentuk serbuk logam pada material WC	39
Gambar 3. 5 Persiapan proses <i>mixing</i>	40

Gambar 3. 6 Serbuk logam Tungsten Carbide.....	40
Gambar 3. 7 Petroleum.....	41
Gambar 3. 8 Parrafine	41
Gambar 3. 9 Oleic acid.....	41
Gambar 3. 10 Castor oil	42
Gambar 3. 11 Zinc stearate	42
Gambar 3. 12 Timbangan digital	43
Gambar 3. 13 Pipet tetes.....	43
Gambar 3. 14 Batang pengaduk.....	43
Gambar 3. 15 Sendok plastik.....	44
Gambar 3. 16 Wadah plastik	44
Gambar 3. 17 Twin Shell Mixer	44
Gambar 3. 18 Material pembuat paduan WC`	46
Gambar 3. 19 Mencampur paraffin dengan petroleum	46
Gambar 3. 20 Mencampur castor oil dengan oleic acid.....	46
Gambar 3. 21 Mencampur zinc stearate dengan WC powder.....	47
Gambar 3. 22 Mencampur binder.....	47
Gambar 3. 23 Proses mixing material paduan WC.....	48
Gambar 3. 24 Material paduan WC.....	48
Gambar 3. 25 Press hydraulic machine.....	49
Gambar 3. 26 Kompaksi	50
Gambar 3. 27 Hasil Proses kompaksi	50
Gambar 3. 28 Annealing Furnance	51
Gambar 3. 29 Persiapan refraktori.....	51
Gambar 3. 30 Kondisi dalam oven sinter	52
Gambar 3. 31 Menaikkan temperatur oven sinter	52
Gambar 3. 32 Hasil proses sinter	53
Gambar 3. 33 Grafik proses sinter pada percobaan pertama	54
Gambar 3. 34 Hasil sintering percobaan pertama.....	54
Gambar 3. 35 Grafik proses sinter pada percobaan kedua	55

Gambar 3. 37 Hasil sintering percobaan kedua	55
Gambar 3. 38 Grafik proses sinter pada percobaan ketiga	56
Gambar 3. 39 Hasil sintering percobaan ketiga.....	56
Gambar 3. 40 Grafik proses sinter pada percobaan keempat	57
Gambar 3. 41 Hasil sintering percobaan keempat	57
Gambar 3. 42 Grafik proses sinter pada percobaan kelima	58
Gambar 3. 43 Hasil sintering percobaan kelima.....	58
Gambar 3. 44 <i>Broken punch tool</i>	59
Gambar 4. 1 Hasil percobaan.....	59
Gambar 4. 2 Grafik <i>Sintering</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Metoda Pengukuran Metalurgi Serbuk.....	12
Tabel 2. 2 Konversi Mesh ke micron	14
Tabel 2. 3 Variasi Tekanan Kompaksi dan Rasio Kompresi.....	22
Tabel 2. 4 Variasi temperatur dan suhu sintering.....	28
Tabel 3. 1 Penelitian Terdahulu.....	35
Tabel 3. 2 <i>Mechanical Properties Tungsten Carbide</i>	37
Tabel 3. 3 Data Mesin Mixer.....	32
Tabel 3. 4 Pengaruh komposisi bahan pengikat terhadap kekuatan material WC	32
Tabel 3. 5 Komposisi Mixing.....	45
Tabel 3. 6 Data Mesin Kompaksi	49
Tabel 3. 7 Data Mesin Oven Sintering	51

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material adalah bahan awal dari sebuah benda sebelum masuk ke dalam proses pengerjaan yang diinginkan. Terdapat berbagai macam jenis material diantaranya yaitu logam, keramik, polimer, dan komposit. Material logam dibagi menjadi beberapa jenis dan memiliki sifatnya masing-masing, dalam membentuk material logam terdapat berbagai proses yang salah satunya yaitu dengan teknologi powder metallurgy.

Powder metallurgy (metalurgi serbuk) adalah proses pembentukan benda kerja dari logam, dimana material awal berupa serbuk yang kemudian serbuk tersebut ditekan di dalam sebuah dies menjadi bentuk yang diinginkan (dikenal dengan istilah compacting). Selanjutnya serbuk yang telah ditekan dipanaskan supaya saling mengikat dan menjadi rigid (dikenal dengan istilah sintering).



Gambar 1. 1 *Tungsten Carbide Powder*

Beberapa keunggulan dari *powder metallurgy* yaitu prosesnya dapat menghasilkan karbida sinter, bantalan poros dan produk bimetal yang terdiri dari lapisan serbuk logam yang berbeda. Sehingga kita dapat mengatur komposisi sesuai dengan yang diinginkan.

Pada pengaplikasiannya *powder metallurgy* kebanyakan dipakai untuk produk manufaktur dan salah satunya yaitu pada pembuatan pahat (*tip*) dengan bahan karbida (*carbide*). *Tip* merupakan pahat yang digunakan dalam proses permesinan seperti bubut dan frais. Fungsinya adalah sebagai salah satu alat potong yang sangat diperlukan pada proses pembubutan, karena pahat bubut dengan berbagai jenisnya dapat membuat benda kerja dengan berbagai bentuk sesuai tuntutan pekerjaan.



Gambar 1. 2 *Tip Carbide*

Karena tingginya biaya pembelian tip carbide di pasaran, Jurusan Teknik Manufaktur Politeknik Manufaktur Bandung berencana untuk memproduksi tip carbide sendiri. Tujuannya adalah untuk mengurangi biaya dan menetapkan standar pembuatan. Penelitian ini mengacu pada studi sebelumnya mengenai penentuan komposisi binder dan tantangan dalam proses sintering, khususnya terkait kemampuan oven sintering untuk menyesuaikan suhu dengan temperatur sinter material yang digunakan, serta dampak dari hasil proses sintering tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimana menentukan komposisi dengan material WC (*Tungsten Carbide*) yang digunakan untuk membuat produk *Tip Carbide* dengan metode *powder metallurgy*?
- 1.2.2 Bagaimana proses Sintering pada pembuatan *Tip Carbide* dengan metode *powder metallurgy*?
- 1.2.3 Bagaimana hasil proses Sintering pada pembuatan *Tip Carbide* dengan metode *powder metallurgy*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1.3.1 Material yang dipakai untuk membuat *Tip Carbide* yaitu *Tungsten Carbide* dengan rata-rata ukuran $44\ \mu\text{m} - 80\ \mu\text{m}$.
- 1.3.2 Penulis tidak membahas produk *Tip Carbide* secara mendalam.
- 1.3.3 Penulis tidak membahas perancangan dan pembuatan *press tool* yang digunakan.
- 1.3.4 Penulis tidak memperhitungkan umur pakai *punch* dan *dies*.
- 1.3.5 Spesimen uji *Tip Carbide* yang akan dibuat dengan bentuk silinder.

- 1.3.6 Proses *mixing* dilakukan pada alat bantu *mixing*
- 1.3.7 Proses kompaksi dilakukan pada *hydraulic press machine* 700 psi atau 4.8 mpa
- 1.3.8 Proses *sintering* dilakukan pada mesin *annealing furnace* dengan suhu 400,600,700,900 dan 1100 °C
- 1.3.9 melakukana analisa proses pembentukan tip carbide

1.4 Tujuan Penelitian dan Manfaat

- 1.4.1 Mengetahui penentuan komposisi dengan material WC yang digunakan untuk membuat produk *Tip Carbide* dengan metode *powder metallurgy*.
- 1.4.2 Mengetahui proses sintering pada pembuatan *Tip Carbide* dengan metode *powder metallurgy*.
- 1.4.3 Mengetahui hasil proses sintering pada pembuatan *Tip Carbide* dengan metode *powder metallurgy*.

1.5 Metode Penelitian

- 1.5.1 Pengumpulan data mengenai proses *powder metallurgy*.
- 1.5.2 Mencampur (*mixing*) bahan untuk pembuatan produk *Tip Carbide*.
- 1.5.3 Kompaksi
- 1.5.4 Sintering
- 1.5.5 Pengolahan data uji
- 1.5.6 Menyimpulkan hasil yang telah di dapat terhadap material yang diuji.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan karya ilmiah ini, terdapat lima bab yang disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

BAB I PENDAHULUAN berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

BAB II TINJAUAN PUSTAKA berisi tentang teori-teori pendukung yang berkaitan dengan penelitian khususnya mengenai proses *powder metallurgy*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

BAB III METODOLOGI PENELITIAN berisi tentang langkah-langkah kegiatan penelitian yang disusun dalam bentuk metodologi penelitian yang sistematis.

BAB IV ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA

BAB IV ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA berisi analisa dari hasil yang didapatkan setelah melakukan percobaan pembuatan *Tip Carbide* dengan metode *powder metallurgy*.

BAB V PENUTUP

BAB V PENUTUP berisi tentang kesimpulan dari kajian yang dilakukan dan saran untuk pengembangan hasil kajian pada masa mendatang.