

ANUGERAH INOVASI NEGERI SELANGOR 2025

TAJUK INOVASI:
SMARTPHONE CORNEAL OPTICAL IMAGING COMPANION (SCOPIC)

NAMA JABATAN/ AGENSI/ INSTITUSI:
INSTITUT KESIHATAN NEGARA

Nama Kumpulan	SCOPIC
Nama Ahli	1. Mohd Naqib bin Johari 2. Nurul Syamimie Aqwa binti Jailie 3. Nurin Hanisah binti Ahmad Khairi 4. Ir. Maya binti Abdullah Maamuom 5. Amirul Aizat bin Zolkefli 6. Jason Lim Yang Jien 7. Muhamad Rasydan bin Zainal 8. Dr. Kuan Pei Xuan 9. Datuk Dr. Nor Fariza Ngah 10. AI-CORUL Study Group

ISI KANDUNGAN

1. Pengenalan:	3
1.1 Latar Belakang Ringkas Perkhidmatan	3
2. Penerangan Hasil Inovasi:	4
2.1 Ringkasan Hasil Inovasi	4
2.2 Tarikh Inovasi Dihasilkan	5
2.3 Tujuan Projek Inovasi	5
2.4 Proses Pelaksanaan Inovasi	5
2.4.1 Rekaan & Pemodelan 3D	6
2.4.2 Pemilihan Bahan	6
2.4.3 Kaedah Penghasilan Prototaip	7
2.4.4 Proses Pemasangan Prototaip	7
2.4.5 Pengujian Prototaip	8
2.5 Proses Sebelum dan Selepas	8
2.6 Kumpulan Sasar dan Skop Liputan	9
2.7 Impak Inovasi Terhadap Kumpulan Sasar	9
2.7.1 Elemen Inovatif/ Kreatif	9
2.7.2 Elemen Keberkesanan	9
2.7.3 Elemen Signifikan	9
2.7.4 Elemen Relevan	10
2.8 Pengiktirafan Diterima	10
2.9 Gambar-gambar Berkaitan	11
2.10 Implikasi Kewangan	12
3. Penutup:	15
4. Penghargaan dan Sumber Kewangan:	16
5. Rujukan:	17

1. Pengenalan:

1.1 Latar Belakang Ringkas Perkhidmatan

Masalah penglihatan menyumbang dengan ketara kepada beban penyakit ekonomi global, di mana kerugian terhadap produktiviti dianggarkan mencecah RM 1.8 trilion. Namun, kos untuk menangani masalah melibatkan penglihatan adalah jauh lebih rendah di sekitar RM 111 bilion sahaja (1).

Antara masalah penglihatan ini, *corneal blindness* atau kebutaan kornea merupakan penyumbang utama yang sering tidak dilaporkan, terutamanya di negara membangun. Satu kajian semakan sistematik di India melaporkan bahawa kos rawatan bagi masalah kornea adalah sekitar RM 515 setiap individu, dengan tambahan kehilangan produktiviti sebanyak RM 173 setiap individu (2). Kebutaa disebabkan kelegapan kornea dilaporkan adalah sebanyak 4% daripada semua kes kebutaan (3-4). Ulser kornea dan trauma okular cenderung menghadapi risiko tinggi yang boleh menyebabkan buta sebelah mata dengan anggaran kos sebanyak 1.5 hingga 2 juta kes baharu pada setiap tahun (5). Di Malaysia, kelegapan kornea telah menyebabkan 0.3% dari jumlah pesakit mengalami kerosakan visual sederhana, 1.4% mengalami kerosakan visual serius dan 3.5% mengalami buta sepenuhnya. Lebih membimbangkan, 86.3% kes kecacatan penglihatan sebenarnya boleh dicegah. Ini menekankan kepentingan intervensi awal melalui penjagaan asas bagi mata untuk mengelakkan masalah seperti ulser kornea (6).

Prosedur di fasiliti kesihatan dalam mendiagnosis ulser kornea merangkumi pemeriksaan oftalmologi penuh dengan menggunakan *slit lamp* secara menyeluruh dan juga sering memerlukan pemeriksaan mikroskop pengkikis kornea (*corneal scraping*) dan kultur ulser kornea (*corneal ulcer cultures*) untuk pengenalpastian patogen tertentu (7-9). Namun, untuk mendiagnosis penyakit ulser kornea masih menjadi cabaran, khususnya di pusat kesihatan primer yang kekurangan perkhidmatan pakar oftalmologi. Masalah ini semakin rumit apabila kualiti imej mata dalam telekonsultasi antara penyedia penjagaan mata dan pakar oftalmologi tidak memuaskan. Malah, masih banyak *slit lamp* yang digunakan adalah jenis analog.

Bagi mengatasi isu ini, satu prototaip mudah alih yang boleh dipasang pada sebarang telefon pintar telah dibangunkan untuk menghasilkan imej digital ulser kornea yang berkualiti

2.2 Tarikh Inovasi Dihasilkan

September 2024

2.3 Tujuan Projek Inovasi

Untuk membangunkan peranti yang membolehkan doktor mengambil imej digital mata yang berkualiti tinggi bagi tujuan mendiagnosis ulser kornea, alternatif kepada pemeriksaan konvensional menggunakan *slit lamp*.

2.4 Proses Pelaksanaan Inovasi



Rajah 1: Proses Pelaksanaan Inovasi

pendokumentasian dan pemantauan penyakit ini yang lebih baik, sesuatu yang penting untuk kajian epidemiologi serta penilaian keberkesanan rawatan. Pelatih perubatan dan pelajar oftalmologi juga boleh memanfaatkan imej berkualiti tinggi ini untuk proses pembelajaran dan perbincangan kes berkaitan, sekali gus mempertingkatkan kemahiran diagnostik mereka. Selain itu, di kawasan dengan kadar kejadian jangkitan ulser kornea yang tinggi, teknologi ini dapat menyokong inisiatif saringan dan program intervensi awal, yang akhirnya mengurangkan kadar kecacatan penglihatan yang kian meningkat.

2.7.4 Elemen Relevan

Dalam konteks perubatan yang lebih luas, prototaip ini menjadi semakin relevan seiring dengan perkembangan teleperubatan dan *mobile health*. Integrasi pendigitalan imej oftalmologi ke dalam platform mudah alih sejajar dengan peralihan global ke arah kesihatan digital. Inovasi ini memperluaskan akses kepada kepakaran penjagaan mata, terutama di kawasan yang kurang mendapat perkhidmatan ini, menjadikan ia sebagai alat yang sangat penting untuk petugas kesihatan barisan hadapan. Seiring kemajuan teknologi perubatan, penyelesaian dengan memanfaatkan peranti sedia ada seperti telefon pintar akan memainkan peranan penting dalam merapatkan jurang perkhidmatan kesihatan dan meningkatkan hasil rawatan pesakit di seluruh negara.

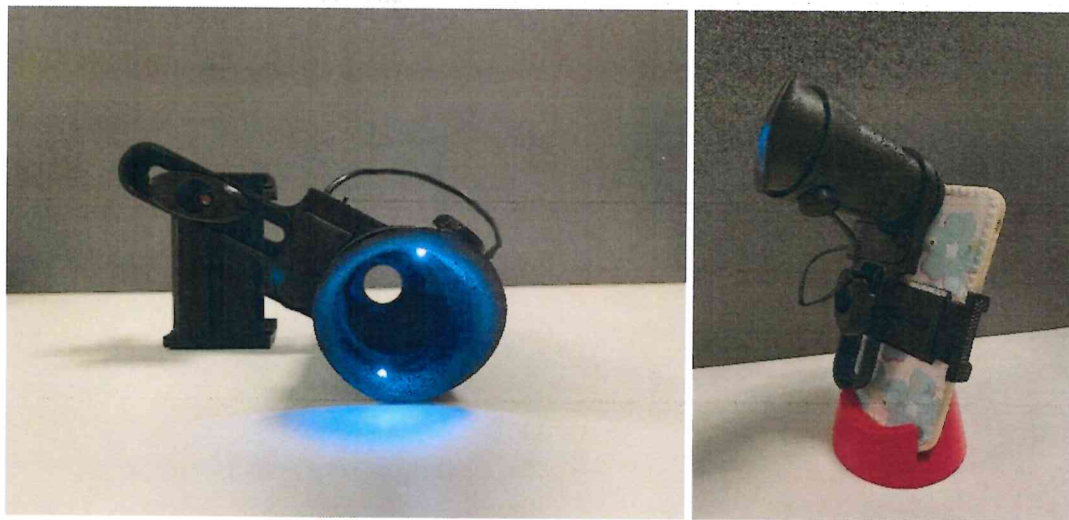
2.8 Pengiktirafan Diterima

Inovasi ini telah didaftarkan sebagai hak cipta (kategori seni) dengan Perbadanan Harta Intelekt Malaysia (MyIPO) dan mendapat kelulusan pada 26 November 2024 (Rujukan: CRAR2024W07887).

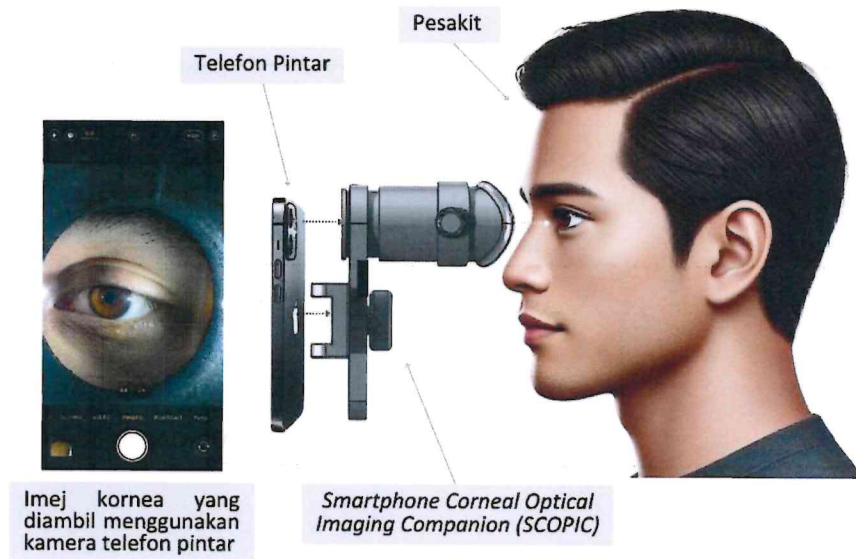
2.9 Gambar-gambar Berkaitan



Rajah 3: Fasa Pembangunan *Smartphone Corneal Optical Imaging Companion (SCOPIC)*



Rajah 4: Prototaip SCOPIC Terkini



Rajah 5: Cara Penggunaan Prototaip

2.10 Implikasi Kewangan

Prototaip ini memberi impak penjimatan kewangan yang besar kepada industri perubatan dengan mengurangkan kebergantungan terhadap peralatan oftalmologi yang mahal serta konsultasi pakar, sekali gus menjimatkan kos bagi institusi kesihatan di negara ini. Sistem pengimejan konvensional seperti *slit lamp biomicroscopes* memerlukan kos pembelian dan penyelenggaraan yang tinggi, menjadikannya sukar untuk diakses terutamanya di fasiliti kesihatan primer dan kawasan luar bandar. Dengan menyediakan alternatif yang lebih mampu milik dan boleh diintegrasikan dengan telefon pintar sedia ada, prototaip ini bukan sahaja mengurangkan kos infrastruktur tetapi juga mengekalkan keupayaan diagnostik yang berkualiti tinggi. Hospital dan klinik dapat mengurus sumber mereka dengan lebih cekap, mengurangkan keperluan rujukan pakar serta mempertingkatkan penyampaian perkhidmatan oftalmologi.

Dari sudut ekonomi dalam perubatan peringkat komuniti, prototaip ini memberi akses kepada perkhidmatan penjagaan mata, terutamanya di kawasan yang kurang mendapat perkhidmatan ini. Sekali gus dapat mencegah risiko kebutaan akibat penyakit ini. Diagnosis awal dan tepat membantu mengurangkan kos penjagaan kesihatan jangka panjang yang berkaitan dengan komplikasi serius seperti *corneal perforation*, kehilangan penglihatan, atau keperluan transplan kornea. Dengan ini, individu tersebut dapat mengekalkan produktiviti dan sumber pendapatan mereka, yang akhirnya memberi manfaat kepada ekonomi setempat.

Kami telah membuat analisa perbandingan impak belanjawan penjagaan standard (*standard-of-care, SOC*) dengan penyesuaian prototaip di klinik kesihatan di Malaysia. Andaian impak belanjawan ini adalah seperti berikut:

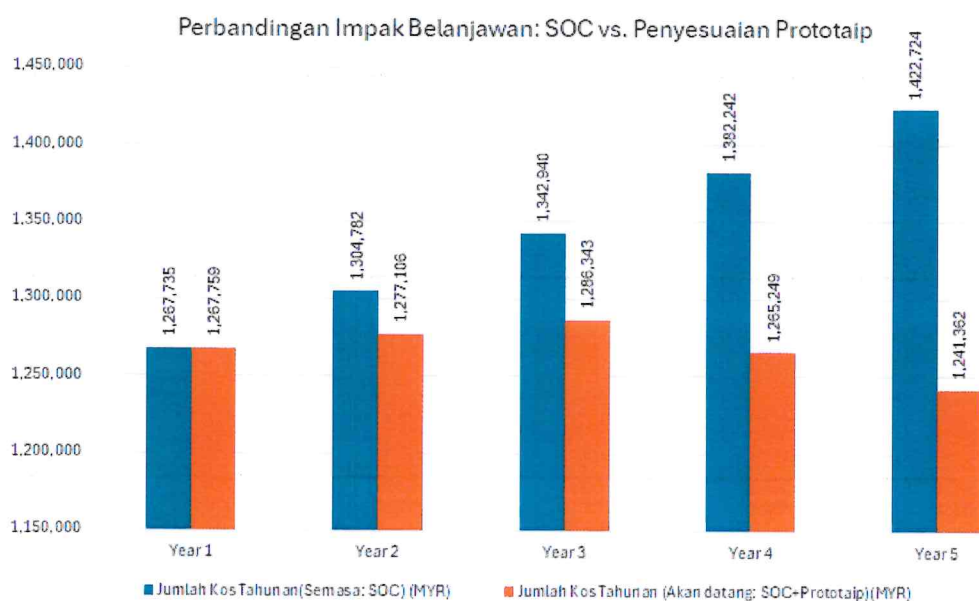
1. 5% daripada jumlah pesakit di KK disaring untuk ulser kornea setiap hari
2. Peningkatan pesakit tahunan: 3%
3. Jumlah KK di Malaysia kekal tidak berubah sepanjang 5 tahun
4. Peningkatan penggunaan prototaip secara tahunan: 5%
5. Horizon masa: 5 tahun

Standard-of-care (SOC) semasa di klinik kesihatan mempunyai kadar pengesanan sebanyak 0.3% bagi kes ringan dan sederhana, serta 0.2% bagi kes teruk dan buta sepenuhnya. Penggunaan prototaip sebagai pelengkap kepada SOC dijangka akan meningkatkan kadar pengesanan bagi kes ringan dan sederhana sebanyak 33% serta mengurangkan kadar pengesanan bagi kes teruk dan buta sepenuhnya sebanyak 50% (**Rajah 6**).

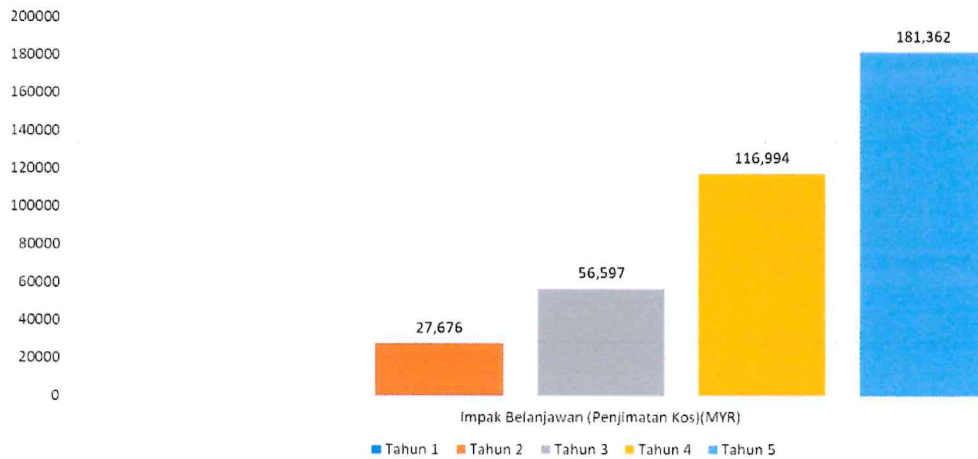
Jumlah kos tahunan keseluruhan bagi SOC semasa di klinik kesihatan dianggarkan sebanyak RM 6,720,423 untuk tempoh lima tahun. Penggunaan prototaip sebagai pelengkap kepada SOC dijangka dapat mengurangkan kos belanjawan, dengan anggaran sebanyak RM 6,337,819 untuk tempoh lima tahun (**Rajah 7**). Jumlah penjimatan kos sepanjang 5 tahun dengan penggunaan prototaip sebagai pelengkap kepada SOC dijangka menunjukkan trend peningkatan, bermula dengan RM 27,676 pada Tahun 2 selepas pelaksanaan prototaip, dan dijangka meningkat kepada RM 181,362 pada Tahun 5. Oleh itu, jumlah penjimatan kos sepanjang 5 tahun dianggarkan melebihi RM 382,000 dengan penggunaan prototaip dalam persekitaran KK (**Rajah 8**).

	<i>Standard-of-care (SOC)</i>	Penyesuaian Prototaip	Perbezaan
	Kadar Pengesanan (%)	Kadar Pengesanan (%)	
Ringan	0.3	0.4	Peningkatan 33% pengesanan kes ringan
Sederhana	0.3	0.4	Peningkatan 33% pengesanan kes sederhana
Teruk	0.2	0.1	Pengurangan 50% pengesanan kes teruk
Buta sepenuhnya	0.2	0.1	Pengurangan 50% pengesanan kes buta sepenuhnya

Rajah 6: Kadar Pengesanan Ulser Kornea dan Perbezaan Penjagaan Standard (*standard-of-care, SOC*) dengan Penyesuaian Prototaip di Klinik Kesihatan di Malaysia



Rajah 7: Perbandingan Impak Belanjawan: SOC vs. Penyesuaian Prototaip di Klinik Kesihatan di Malaysia



Rajah 8: Penjimatan Kos Sepanjang 5 Tahun Dengan Penyesuaian Prototaip di Klinik Kesihatan di Malaysia

3. Penutup:

Ulser kornea kekal sebagai penyebab utama kecacatan penglihatan yang boleh dicegah, terutamanya di kawasan yang mempunyai akses kepada rawatan oftalmologi yang terhad. Penggunaan *slit lamp* serta analisis mikrobiologi merupakan kaedah yang paling tepat, namun kaedah ini sukar didapati di fasiliti kesihatan primer. Kekurangan pakar oftalmologi, kepakaran yang terhad dalam kalangan pegawai perubatan, serta kualiti imej yang rendah dalam telekonsultasi turut menyumbang kepada kelewatan diagnosis dan pengurusan penyakit yang tidak optimum.

Bagi mengatasi cabaran ini, kami megemukakan prototaip yang boleh dipasang pada telefon pintar bagi menangkap gambar kornea secara digital yang berkualiti tinggi dan seragam. Inovasi ini bertujuan sebagai alternatif yang lebih mudah diperolehi bagi membolehkan pegawai perubatan primer mendiagnosis serta mengurus penyakit ulser kornea dengan lebih berkesan di peringkat komuniti. Oleh itu, prototaip ini berpotensi merapatkan jurang dalam penjagaan oftalmologi bagi mengurangkan risiko kehilangan penglihatan serta memperbaiki hasil rawatan pesakit, khususnya di kawasan yang kurang mendapat perkhidmatan oftalmologi.

Analisa perbandingan impak belanjawan penjagaan standard (*standard-of-care, SOC*) dengan penyesuaian prototaip di klinik kesihatan di Malaysia yang menganggarkan jumlah penjimatan kos sepanjang 5 tahun dianggarkan melebihi RM 382,000 dengan penggunaan

prototaip dalam persekitaran klinik kesihatan ini memberikan justifikasi yang kukuh untuk keperluan inovasi prototaip SCOPIC bagi membantu menjimatkan kos bagi institusi kesihatan di negara. Di samping itu, SCOPIC membantu dalam meningkatkan pengesanan awal untuk kes ulser kornea ringan dan sederhana supaya dapat dirujuk kepada pakar oftalmologi secara telekonsultasi untuk rawatan segera dengan adanya imej mata berkualiti tinggi. Hal ini seterusnya dapat membantu menurunkan kes ulser kornea teruk dan buta sepenuhnya di peringkat komuniti, dan secara keseluruhannya membantu negara dalam kos rawatan transplan kornea yang mahal dan kos tambahan kehilangan produktiviti individu disebabkan kerosakan visual serius dan masalah buta sepenuhnya.

Kajian penyelidikan dan pengesanan klinikal akan menjadi langkah penting dalam memperhalusi teknologi ini, memastikan ketepatan secara klinikal dan mengintegrasikannya ke dalam amalan penjagaan kesihatan harian. Dengan kemajuan yang berterusan, prototaip ini berpotensi memainkan peranan besar dalam merevolusikan diagnosis awal dan pengurusan penyakit ini di seluruh negara.

4. Penghargaan dan Sumber Kewangan:

Kami ingin merakamkan penghargaan kepada semua yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam inovasi SCOPIC terutamanya kepada pasukan *AI-CORUL study group* untuk input klinikal penambahbaikan prototaip dan Dr. Low Ee Vien dari Pusat Penyelidikan Ekonomi Kesihatan, Institut Penyelidikan Sistem Kesihatan (IHRSR, NIH) untuk input analisis impak belanjawan. Prototaip ini dihasilkan melalui sumber kewangan daripada dana peruntukan penyelidikan yang diluluskan untuk projek penyelidikan *Artificial Intelligence for the Diagnosis of Corneal Ulcer (AI-CORUL)* (NMRR-23-00262-OKU) (Rujukan: NIH/800-3/2/2 Jilid 15 (30)) untuk pembelian bahan penyelidikan bagi teknologi percetakan 3D.

5. Rujukan:

1. What is vision impairment? Department of Ophthalmology. The University of Pittsburgh [Updated January 25 2023]. Accessed 30 January 2023 <http://ophthalmology.pitt.edu/vision-impairment/what-vision-impairment#:~:text=Vision%20impairment%20means%20that%20a,objects%20as%20clearly%20as%20usual>.
2. Blindness and vision impairment. World Health Organization (WHO) 2022. Accessed 30 January 2023 from: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment#:~:text=Key%20facts,to%20be%20US%24%20411%20billion>.
3. Chew FLM, Salowi MA, Mustari Z, Husni MA, Hussein E, Adnan TH, et al. Estimates of visual impairment and its causes from the National Eye Survey in Malaysia (NESII). PLoS ONE 2018. 13(6): e0198799. <https://doi.org/10.1371/journal>.
4. Robaei D, Watson S. Corneal blindness: a global burden. Clinical & Experimental Ophthalmology 2014. 42(3):213-14. <https://doi.org/10.1111/ceo.12330>
5. Pascolini D, Mariotti SP. Global estimates of visual impairment: 2010. Br J Ophthalmol. 2012 May;96(5):614-8. doi: 10.1136/bjophthalmol-2011-300539. Epub 2011 Dec 1.
6. Zainal M, Ismail SM, Ropilah AR, Elias H, Arumugam G, Alias D, Fathilah J, Lim TO, Ding LM, Goh PP. Prevalence of blindness and low vision in Malaysian population: results from the National Eye Survey 1996. Br J Ophthalmol. 2002 Sep;86(9):951-6. doi: 10.1136/bjo.86.9.951.
7. Byrd LB, Martin N. Corneal Ulcer. [Updated 2022 August 8]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing 2022. Accessed 06 December 2022 from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539689/>
8. Corneal Ulcer. MyHealth Kementerian Kesihatan Malaysia [Updated 2022 November 30] Health Online Unit, Ministry of Health Malaysia. Accessed 06 December 2022 from: <http://www.myhealth.gov.my/en/corneal-ulcer/>
9. Li Z, Jiang J, Chen K, Chen Q, Zheng Q, Liu X, Weng H, Wu S, Chen W. Preventing corneal blindness caused by keratitis using artificial intelligence. Nature Communications 2021. 12, 1–12.
10. Sullivan SD, Mauskopf JA, Augustovski F, Caro JJ, Lee KM, Minchin M, et al. (2014). Budget impact analysis- principles of Good Practice: Report of the ISPOR 2012 budget

impact analysis good practice II task force. Value in Health. 17(1):5-14.
<https://doi.org/10.1016/j.jval.2013.08.2291>.