

# INSTRUMEN DAN TEKNIK PENGUKURAN GARIS SEMPADAN: KAJIAN PERBANDINGAN ANTARA BNBC DAN NEDERLANDS- INDIE, 1881-1939

(INSTRUMENTS AND TECHNIQUES FOR MEASURING BOUNDARY LINES: A COMPARATIVE STUDY  
BETWEEN THE BNBC AND THE NEDERLANDS-INDIE, 1881-1939)

ALIM, A. A. K. A.<sup>1</sup> – BEE, B. B. B.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> *Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Malaysia Sabah, Sabah, Malaysia.*

*\*Penulis penghubung  
e-mail: baszley[at]ums.edu.my*

(Received 19<sup>th</sup> December 2025; revised 15<sup>th</sup> March 2026; accepted 31<sup>st</sup> March 2026)

**Abstrak.** Kajian ini meneliti instrumen dan teknik pengukuran dalam proses penentuan dan penandaan garis sempadan di utara Borneo antara tahun 1881 hingga 1939 dengan memberi tumpuan kepada perbandingan amalan British North Borneo Company (BNBC) dan Nederlands-Indië (Hindia Timur Belanda). Period ini merupakan fasa kritikal dalam proses penginstitutionan sempadan kolonial yang dicirikan oleh penerapan kaedah pengukuran moden, pemetaan topografi dan penandaan fizikal sempadan. Berdasarkan analisis sumber primer seperti laporan survei, komunikasi rasmi agensi kerajaan dan peta, kajian ini mendapati bahawa walaupun kedua-dua penjajah Eropah ini menggunakan instrumen asas yang sama seperti teodolit, kompas prismatik dan rantai ukur, pendekatan teknikal serta keutamaan pemetaan yang diamalkan menunjukkan perbezaan yang ketara. BNBC cenderung menekankan keperluan pentadbiran serta pengesahan kedaulatan secara praktikal dan segera, manakala Nederlands-Indië mengamalkan tradisi pemetaan saintifik yang lebih sistematik, berhierarki dan berpusat. Perbezaan pendekatan ini mempengaruhi tahap ketepatan pengukuran, kadar kemajuan kerja lapangan serta interpretasi garis sempadan, khususnya di kawasan pedalaman seperti dari Sungai Simenggaris hingga Pulau Sebatik. Justeru itu, kajian ini menyumbang kepada pemahaman yang lebih mendalam tentang sejarah teknikal persempadanan kolonial di utara Borneo yang menjadi legasi terhadap pembentukan sempadan geopolitik moden antara Malaysia dan Indonesia kemudiannya.

**Katakunci:** *sempadan, instrumen, teknik pengukuran, utara Borneo*

**Abstract.** This study examines the instruments and techniques of measurement in the process of determining and marking the boundary line in northern Borneo between 1881 and 1939, focusing on a comparison of the practices of the British North Borneo Company (BNBC) and the Nederlands-Indië. This period was a critical phase in the process of institutionalizing colonial boundaries, characterized by the application of modern surveying methods, topographic mapping and physical marking of boundaries. Based on the analysis of primary sources such as survey reports, official communications from government agencies and maps, this study found that although both European colonialists used the same basic instruments such as theodolite, prismatic compass and measuring chain, the technical approaches and mapping priorities practiced showed significant differences. The BNBC tended to emphasize the need for administration and the verification of sovereignty in a practical and immediate manner, while the Nederlands-Indië practiced a more systematic, hierarchical and centralized tradition of scientific mapping. These differences in approach affected the level of measurement accuracy, the rate of progress of fieldwork and the interpretation of boundary lines, especially in the interior areas such as from Simenggaris river to Sebatik island. Therefore, this study contributes to a deeper understanding of the technical history of colonial demarcation in northern Borneo, which became a legacy for the formation of the modern geopolitical boundary between Malaysia and Indonesia later.

**Keywords:** *boundaries, instruments, techniques of measurement, northern Borneo*

## **Pengenalan**

Period antara tahun 1881 hingga 1939 merupakan masa yang penting dalam sejarah Borneo kerana dua kuasa kolonial utama di pulau ini iaitu British dan Belanda secara aktif mengukuhkan penguasaan dan kedaulatan wilayah masing-masing melalui penandaan, pemetaan dan penginstitusian sempadan. Di utara Borneo melalui pentadbiran British yang membentuk koloni Borneo Utara dibawah British North Borneo Company (BNBC), yang ditubuhkan secara rasmi pada 1 November 1881 secara beransur-ansur membangunkan struktur pentadbiran kolonial, termasuk usaha pemetaan dan pengukuran wilayah bagi menyokong kawalan politik serta pengurusan sumber. Dalam tempoh yang sama, kerajaan kolonial Nederlands-Indië (mengantikan pentadbiran Vereenigde Oost-Indische Compagnie pada 31 Disember 1799 ke atas pulau-pulau yang kini dibawah pentadbiran Indonesia) yang menguasai sebahagian besar wilayah tradisional Kesultanan Bulungan (berstatus *Zelfbesturend Landschap* - wilayah berkerajaan sendiri di bawah protektorat Belanda) turut mempergiatkan aktiviti pemetaan sistematik khususnya selepas kejayaan melakukan survei topografik ke atas Pulau Jawa. Bermula sekitar dekad 1880an, fokus survei oleh pentadbiran Nederlands-Indië diperluaskan ke Sumatra dan Borneo, selaras dengan tradisi kartografi saintifik yang telah lama berakar dalam pentadbiran Nederlands-Indië (Ormeling, 2019). Proses ini bukan sahaja berfungsi sebagai asas teknikal bagi penetapan garis sempadan antara BNBC dan Nederlands-Indië tetapi juga tuntutan kedaulatan pentadbiran dan eksploitasi ekonomi tanah peribumi. Pada masa yang sama sejarah menyaksikan bagaimana wilayah tradisional Kesultanan Bulungan terbelah dan berfungsi sebagai buffer zone antara dua wilayah koloni Borneo Utara dan *Zuider en Ooster Afdeeling van Borneo* (Keresidenan Bahagian Selatan dan Timur Borneo). Fungsi yang masih berterusan hingga kini antara Malaysia dan Indonesia di persempadanan moden bahagian timur di kawasan utara Borneo.

Kajian ini bertujuan untuk membincangkan instrumen dan teknik pengukuran sempadan darat yang digunakan oleh British North Borneo Company (BNBC) dan Nederlands-Indië di utara Borneo dari perspektif geosejarah. Tempoh yang diperbincangkan iaitu antara tahun 1881 hingga 1939 merupakan period terpenting dalam sejarah kolonialisme Borneo. Pada period inilah geopolitik moden bagi pulau Borneo diasaskan bukan sahaja oleh BNBC dan Belanda tetapi juga Sepanyol dan Amerika Syarikat. Utara Borneo menyaksikan pertembungan keempat-empat kuasa penjajah ini diakhir abads ke-19 Masihi dan awal abad ke-20 Masihi. Perbincangan akan memberi tumpuan kepada jenis peralatan ukur, kaedah kerja lapangan dan pendekatan pemetaan yang diaplikasikan oleh BNBC dan Nederlands-Indië dalam menentukan dan menandakan garis sempadan wilayah masing-masing. Selain itu, kajian ini akan menganalisis perbezaan pendekatan teknikal dan kartografi antara BNBC dan Nederlands-Indië, khususnya dari segi tahap ketepatan pengukuran, sistematik kerja survei serta keutamaan pentadbiran yang mempengaruhi pelaksanaan pengukuran sempadan. Seterusnya, kajian ini menilai implikasi perbezaan tersebut terhadap proses penandaan dan pemetaan garis sempadan, terutamanya di kawasan sekitar Sungai Simenggaris hingga Pulau Sebatik yang akan membentuk asas kepada sempadan politik moden antara Malaysia dan Indonesia pada hari ini.

## ***Sorotan literatur***

Kajian lepas mengenai sempadan dan persempadanan kolonial di Asia Tenggara dalam konteks kajian sejarah telah banyak dilakukan sejak sekian dekad dan bersifat kemestian apabila membincangkan sejarah kolonialisme. Winichakul (1997) dan Solomon (1970) membincangkan persoalan tentang konsep geobody bagi menjelaskan bagaimana pemetaan yang dilakukan oleh penjajah Eropah telah membentuk “imaginasi wilayah” dan kemudiannya “merekayasa” kedaulatan negara moden di Asia Tenggara. Kajian oleh Singh (2000), Black (1983; 1970), Tarling (1971) serta Tregonning (1960) “wajib” disoroti apabila mengkaji sejarah Borneo Utara semasa pentadbiran BNBC memfokus hanya kepada isu pemerolehan wilayah dan pembentukan pentadbiran BNBC tetapi tidak menyentuh jenis instrumen dan teknik pengukuran sempadan di koloni ini.

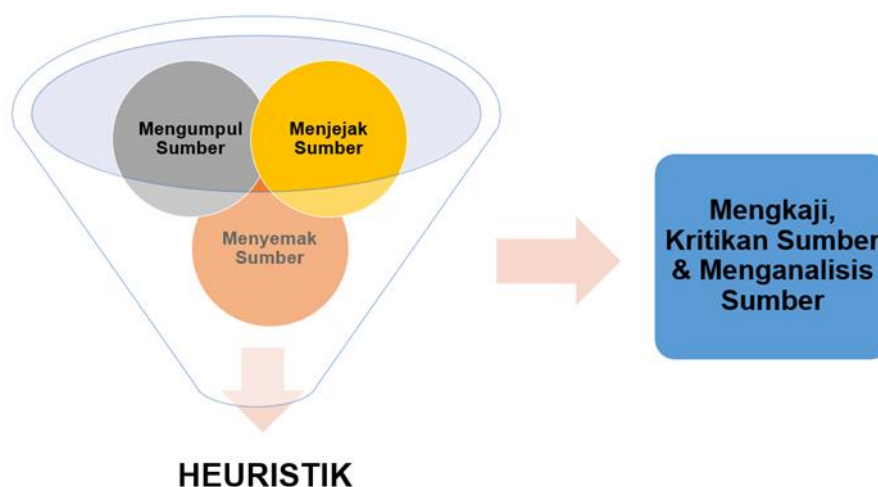
Kelompokan ini berlaku kerana tidak ramai sejarawan yang menyentuh aspek teknikal bagaimana sempadan ditentukan. Mereka lebih “selesa” untuk menyerahkan isu tersebut kepada ahli geografi untuk membincangkan perkara ini. Tetapi sebaliknya ahli geografi lebih cenderung kepada fizikal, manusia dan pembangunan ruang kontemporari di Sabah berbanding sejarah mengenainya. Di sinilah kompleksiti kajian sempadan dan persempadanan di Asia Tenggara, Malaysia dan Borneo khususnya. Contoh kajian terbaik pernah dilakukan yang mengabung sejarawan dan ahli geografi dalam kajian mengenai sempadan di utara Borneo (kini merupakan wilayah Negeri Sabah) ialah kajian oleh Bee et al. (2009). Kajian ini menyentuh bagaimana sejarah pemerolehan wilayah di utara Borneo oleh BNBC, sempadan dalam konteks disiplin geografi yang pada masa yang sama menyentuh proses penandaan dan pengukuran yang dilakukan oleh BNBC, Nederlands-Indië dan Sabah melalui Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) selepas pembentukan Malaysia pada tahun 1963. Akhir sekali dibincangkan bagaimana sempadan purba yang dibentuk berasaskan tahap kebudayaan di utara Borneo (Bee, 2011). Namun kajian ini tidak menyentuh aspek instrumen dan teknik pengukuran yang digunakan oleh BNBC dan Nederlands-Indië.

Kajian mengenai persempadanan antara Malaysia dan Indonesia di Pulau Borneo perbincangan tidak dapat mengecualikan isu pertikaian tuntutan bertindih ke atas Pulau Sipadan dan Pulau Ligitan (Singh, 2019; Colson, 2003; Mahmud, 2003) Isu ini merupakan salah satu konflik wilayah paling ikonik di Asia Tenggara. Kedua-dua pulau ini terletak di Laut Sulawesi, di luar pantai timur Sabah. Lebih berfokus kepada persoalan undang-undang dan perjanjian pemerolehan wilayah. Konflik ini bermula pada tahun 1969 apabila kedua-dua negara mula melukis peta sempadan pelantar benua masing-masing. Setelah bertahun-tahun rundingan buntu, kedua-dua negara bersetuju untuk membawa kes ini ke Mahkamah Keadilan Antarabangsa (ICJ) di The Hague, Belanda pada tahun 1997 bagi mengelakkan konflik ketenteraan. Pada 17 Disember 2002, ICJ menyampaikan penghakiman yang memihak kepada Malaysia. Keputusan ini dibuat berdasarkan prinsip *effectivités*. Kajian ke atas isu ini masih tidak menekan secara terperinci aspek instrumen dan teknikal pengukuran sempadan. Manakala kajian (Mat Zin, 2017) mengenai isu pertikaian sempadan di Pantai Timur Borneo Utara sebelum Perang Dunia Kedua lebih berfokus kepada pengurusan diplomasi antara BNBC dan Nederlands-Indië dengan sedikit maklumat mengenai instrumen dan teknik pengukuran yang digunakan tetapi tidak melakukan perbandingan. Begitu juga kajian dari perspektif wilayah Nederlands-Indië (Ormeling, 2019) yang lebih cenderung menonjolkan kekuatan tradisi pemetaan saintifik Belanda. Kelompokan kajian perbandingan merupakan suatu yang ketara pada kajian lepas berkaitan dengan isu

penggunaan instrumen dan teknik pengukuran dalam proses penentuan dan penandaan garis sempadan di utara Borneo antara tahun 1881 hingga 1939.

## Instrumen dan Metod Kajian

Kaedah kajian ini menggunakan pendekatan ilmu sejarah (*Rajah 1*) yang menekankan sumber primer seperti laporan, warta dan peta resmi sebagai sumber data. Dokumen kolonial diperolehi dari The National Archives (Kew, United Kingdom) melalui atas talian sistem GALE via Perpustakaan Negeri Sabah. Dokumen ini diteliti kandungannya berdasarkan analisis kandungan yang memfokuskan data-data bersejarah yang dapat memberikan penjelasan perihal berkaitan dengan jenis instrumen dan teknik pengukuran yang digunakan. Contohnya dokumen kolonial siri CO.874 dan CO.144 memberikan gambaran terperinci mengenai alat dan teknik pengukuran yang digunakan dalam proses persempadanan BNBC dan Nederlands-Indië. Sebagai menyokong kepada penjelasan data sumber primer, sumber sekunder dirujuk artikel jurnal dan buku yang menjadi suplemen kepada analisis dan perbincangan.



*Rajah 1. Aliran carta metodologi.*

## Dapatan dan Perbincangan Kajian

### *PInstrumen teras*

Pada *Jadual 1* memperlihatkan perbandingan instrumen utama yang digunakan oleh BNBC dan Nederlands-Indië dalam kerja-kerja pengukuran dan penentuan garis sempadan di utara Borneo. Secara keseluruhan, dapatan menunjukkan bahawa kedua-dua pihak menggunakan set instrumen yang hampir setara dari sudut teknikal, namun terdapat perbezaan dari segi pendekatan, ketepatan bacaan dan aplikasi lapangan. Bagi kategori astronomi, BNBC menggunakan sextant bersama artificial horizon, manakala pihak Nederlands-Indië menggunakan instrumen alt-azimuth. Penggunaan serentak kedua-dua instrumen ini direkodkan di Pulau Nunukan pada tahun 1891, dan perbandingan bacaan menunjukkan perbezaan sekitar 7 minit arka (7') (CO.874/106). Perbezaan ini menonjolkan isu ketepatan relatif antara kaedah astronomi British dan Belanda, di samping memperlihatkan usaha pengesahan silang (cross-verification) dalam menentukan kedudukan latitud sempadan. Kategori sudut dan geodesi, kedua-dua

pihak menggunakan teodolit dan kompas sebagai instrumen asas. Instrumen ini digunakan untuk membina rangka triangulasi pantai dan pedalaman, yang menjadi asas kepada pemetaan sempadan darat. Bearing yang diikat kepada ciri topografi setempat seperti puncak Broershoek dan Hainbek (CO.874/106) menunjukkan bahawa kedua-dua pihak menggabungkan teknik pengukuran moden dengan rujukan alam fizikal tempatan, terutamanya di kawasan pedalaman yang sukar diakses.

**Jadual 1. Perbandingan instrumen teras.**

Kategori Instrumen	BNBC	Belanda	Catatan Teknikal Utama
Astronomi	<i>Sextant + artificial horizon</i>	<i>Alt-azimuth</i>	Digunakan serentak di Pulau Nunukan (1891) beza bacaan=7'
Sudut/Geodesi	Teodolit/alat sudut, kompas	Teodolit/alat sudut, kompas	Rangka triangulasi pantai & pedalaman ikat bearing 6 Broershoek/ Hainbek puncak setempat
Hidrografi Platform	<i>HMS Egeria</i> <i>HMS Rattler</i>	<i>HMS Banda</i> <i>HMS Flores</i>	Pemerhatian pantai pelan Admiralty Darvel Sibuko, audit lapangan 1899 (Flores)
Penanda Fizikal (sementara)	<i>Beacon</i> kayu tripod, dicat, didawai	Beacon Kayu	Sesuai bakau/ lumpur tapi tidak tahan (gagal dikesan) (1899)
Penanda Fizikal (kekal)	Tiang granit, pilar konkrit (asas konkrit + pancang kayu)	Tiang/ pilar	Demarkasi Piawai kekal 1901 & 1912-1913

Bagi platform hidrografi, BNBC menggunakan kapal seperti HMS Egeria dan HMS Rattler, manakala pihak Nederlands-Indië menggunakan HMS Banda dan HMS Flores (*Jadual 1*). Kapal-kapal ini berfungsi sebagai platform pemerhatian hidrografi dan pemetaan pantai. Data yang dikumpulkan digunakan untuk menghasilkan pelan Admiralty, termasuk kawasan strategik seperti Teluk Darvel dan Teluk Sibuko. Audit lapangan yang dijalankan pada tahun 1899 oleh HMS Flores memperlihatkan usaha semakan dan pengesahan data terdahulu, khususnya bagi memastikan ketepatan sempadan maritim dan pesisir (CO.144/73/40). Sementara untuk aspek penanda fizikal, kedua-dua pihak menggunakan beacon kayu, dengan BNBC menambah ciri tripod, cat dan dawai bagi meningkatkan keterlihatan. Walau bagaimanapun, penanda jenis ini didapati tidak tahan lama, terutamanya di kawasan bakau dan tanah berlumpur, dan beberapa daripadanya gagal dikesan semula dalam pemeriksaan lapangan sekitar tahun 1899 (CO.144/73/40). Keadaan ini menunjukkan keterbatasan pendekatan penandaan sementara dalam persekitaran tropika Borneo. Sebaliknya, bagi penanda fizikal kekal, kedua-dua pihak beralih kepada penggunaan tiang granit dan pilar konkrit. BNBC secara khusus menggunakan asas konkrit yang diperkukuh dengan pancang kayu, manakala pihak Nederlands-Indië turut menggunakan pilar demarkasi yang setara. Penanda ini menjadi standard demarkasi kekal yang diterima bersama, khususnya dalam tempoh 1901 dan 1912–1913, sekali gus menandakan fasa pemformalan dan pemantapan sempadan antarabangsa di Borneo (CO.874/107). Secara keseluruhannya, *Jadual 1* membuktikan bahawa walaupun BNBC dan Nederlands-Indië berasal daripada tradisi kolonial dan teknikal yang berbeza, kedua-duanya mengaplikasikan instrumen saintifik moden, kaedah pengesahan silang dan demarkasi piawai yang semakin seragam. Dapatan ini menyokong hujah bahawa persempadanan di utara Borneo bukanlah bersifat arbitrari semata-mata, tetapi merupakan hasil proses teknikal, empirikal dan rundingan antarabangsa yang berlapis

### **Teknik mengikut fasa kerja (1891-1913)**

Pada *Jadual 2* ini memperincikan evolusi teknik pengukuran dan demarkasi sempadan di utara Borneo yang dilaksanakan secara berfasa antara 1891 hingga 1913. Setiap fasa mencerminkan perubahan objektif, kemajuan teknikal serta peralihan

daripada pendekatan eksploratori kepada pemuktadaman sempadan secara formal dan kekal. Fasa I (in 1891) menumpukan kepada penetapan latitud 4°10' Utara sebagai asas kepada garis sempadan antara wilayah BNBC dan Nederlands-Indië. Dalam fasa ini, teknik astronomi melalui pemerhatian bintang zenit digunakan sebagai kaedah teras, disokong oleh triangulasi subsidiari dan ikatan bearing setempat. Output lapangan utama ialah pemasangan beacon kayu di kawasan Pulau Sebatik (Timur dan Barat) serta Nunukan daratan. Walaupun kaedah ini berjaya mewujudkan garis sempadan secara de jure dan de facto, perbandingan bacaan menunjukkan sisihan astronomi sekitar 7 minit arka (7'). Namun demikian, dapatan ini tetap diterima sebagai asas awal yang kemudiannya digunakan dalam penyediaan pelan hidrografi Admiralty, sekali gus memperkukuh legitimasi teknikal British di peringkat antarabangsa (CO.144/76/22). Fasa II (in 1899) merupakan fasa audit dan pengesahan semula oleh pihak Nederlands-Indië, bertujuan menilai ketepatan kerja-kerja awal 1891. Teknik yang digunakan masih berasaskan astronomi, khususnya kaedah Villarceau, digabungkan dengan triangulasi yang lebih sistematik. Pemeriksaan lapangan mendapati bahawa sebahagian beacon kayu yang didirikan pada 1891 telah hilang atau rosak, terutamanya akibat faktor persekitaran tropika. Justeru, penandaan semula dilakukan menggunakan gabungan kayu dan simen (CO.144/76/22). Implikasi utama fasa ini ialah peralihan autoriti daripada penanda fizikal sementara kepada koordinat geodetik sebagai rujukan utama sempadan, menandakan peningkatan tahap ketelitian saintifik dalam proses persempadanan.

**Jadual 2. Teknik mengikut fasa kerja (1891-1913).**

Fasa/ Tahun	Tujuan	Teknik Teras	Output Lapangan	Implikasi
I (1891) (BNBH, November.1888)	Tetapkan latitud 4° 10 U	Astronomi (bintang zenit) + subsidiari triangulasim ikatan bearing	Beacon kayu di Sebatik (Timur/Barat), Nunukan Daratan	Garis <i>de jure</i> – <i>de facto</i> , sisihan astronomi =7', asas <i>healian Admiralty</i>
II (1899) (CO.144/73/40)	Audit Pengesahan Belanda	Astronomi (Vllarceau) + tiangulasi	Beacon 1891 hilang penandaan semula (kayu+simen)	Autoriti beralih kepada koordinat geodetik utama.
III (1901) (CO874.107)	Penanda Kekal di bakau/lumpur	Pengesahan posisi 1899, pembinaan asas	Tiang granit (asas konkrit+pancang) berhampiran Flores Beacon	Infrastruktur sempadan kekal di lapangan sukar.
IV (1912-1913) (CO874.503)	Demarkasi pedalaman & pemuktadaman Sebatik	Triangulasi jaringan (34 lokasi) + jadual koordinat	16 pillar konkrit di Sebatik (garis 4°10'U) + G.P.1- G.P.3	Disahkan Perjanjian 1915 (Laporan Bersama + peta Tawau)

Fasa III (1901), fokus kerja beralih kepada pembinaan penanda kekal di kawasan yang mencabar seperti bakau dan tanah berlumpur. Teknik yang diaplikasikan melibatkan pengesahan semula posisi yang ditetapkan pada tahun 1899, diikuti dengan pembinaan asas fizikal yang lebih kukuh. Output lapangan fasa ini ialah pemasangan tiang granit dengan asas konkrit dan pancang kayu, khususnya di kawasan berhampiran Flores Beacon (CO.874/107). Fasa ini menandakan peralihan penting daripada pengukuran semata-mata kepada pembentukan infrastruktur sempadan kekal, sekali gus mengurangkan risiko kehilangan penanda akibat faktor alam sekitar. Fasa IV (1912–1913) merupakan kemuncak kepada keseluruhan proses persempadanan, dengan penekanan terhadap demarkasi pedalaman dan pemuktadaman sempadan Pulau Sebatik. Teknik utama yang digunakan ialah triangulasi jaringan berskala besar melibatkan 34 lokasi, disertai penyediaan jadual koordinat yang terperinci. Output lapangan termasuk pemasangan 16 pilar konkrit di sepanjang garis latitud 4° 10' Utara di Pulau Sebatik

serta penetapan titik rujukan G.P.1 hingga G.P.3 di kawasan pedalaman (CO.874/500). Kesemua dapatan ini kemudiannya disahkan melalui Perjanjian 1915, disokong oleh Laporan Bersama dan peta rasmi Tawau, yang memberikan kekuatan undang-undang antarabangsa kepada sempadan yang telah dimuktamadkan. Secara keseluruhan, *Jadual 2* menunjukkan bahawa teknik persempadanan di utara Borneo berkembang secara progresif daripada kaedah astronomi asas kepada sistem geodetik dan triangulasi jaringan yang kompleks. Setiap fasa bukan sahaja menghasilkan output lapangan yang berbeza, tetapi juga membawa implikasi penting terhadap status undang-undang, ketahanan fizikal penanda, serta legitimasi antarabangsa sempadan antara BNBC dan Nederlands-Indië. Dapatan ini mengukuhkan hujah bahawa persempadanan di utara Borneo adalah suatu proses teknikal yang berlapis, berperingkat dan sangat bergantung kepada kemajuan instrumen serta keupayaan adaptasi terhadap persekitaran setempat.

### ***Pemetaan lokasi utama (Sebatik-Nunukan-Tanah Besar Borneo)***

Pada *Jadual 3* menumpukan kepada pemetaan lokasi-lokasi utama yang menjadi tumpuan kerja pengukuran dan demarkasi sempadan antara BNBC dan Nederlands-Indië di kawasan Pulau Sebatik, Pulau Nunukan dan tanah besar Borneo. Analisis ini memperlihatkan bagaimana instrumen dan teknik yang digunakan disesuaikan mengikut ciri fizikal lokasi serta tahap kemajuan proses persempadanan. Di pantai timur Sebatik (in 1891), kerja-kerja pengukuran dilaksanakan menggunakan gabungan sextant, teodolit dan sokongan hidrografi HMS Egeria. Teknik astronomi digabungkan dengan triangulasi bagi menetapkan kedudukan latitud 4°10' Utara secara relatif tepat (CO.874/106). Penandaan dilakukan menggunakan beacon kayu berbentuk tripod, yang berfungsi sebagai rujukan visual sementara. Manakala dari sudut teknikal, titik ini diikat kepada ciri topografi dominan seperti Gunung Koekosan dan Gunung Putri, yang berperanan sebagai titik ikatan timur bagi garis sempadan. Pendekatan ini menunjukkan usaha untuk menggabungkan kaedah saintifik dengan landskap semula jadi sebagai rujukan spatial. Bagi pantai barat Sebatik (in 1891), keadaan geografi yang didominasi bakau dan tanah berlumpur menghadkan penggunaan teknik astronomi secara langsung. Oleh itu, kaedah triangulasi bearing digunakan sebagai alternatif, dengan pemasangan beacon kayu tripod (CO.874/106). Namun untuk tujuan keperluan lakaran dan pengukuran sudut tambahan bagi tujuan recovery, mencerminkan tahap kerentanan penanda sementara di kawasan pesisir berlumpur.

***Jadual 3. Pemetaan lokasi utama (Sebatik-Nunukan-tanah besar Borneo).***

Lokasi	Tahun	Instrumen	Teknik	Status Penandaan	Nota Kritis
Pantai Timur Sebatik	1891	Sextant, teodolit, HMS Egeria	stronomi+ Triangulasi	Beacon Kayu (tripod)	Rujukan ke Gunung Koekosan/ Gunung Putri titik ikatan timur 4°10'U.
Pantai Barat Sebatik	1891	-	Triangulasi bering	Beacon kayu (tripod)	Bakau/lumpur perlu lakaran & sudut untuk recovery
Pulau Nunukan (NE)	1891	Sextant alt-azimuth	stronomi (dua malam) + subsidiary triangulation	Penanda semula jadi + lakaran	Beza=7" keteapan tinggi asassa kiraan lat 4 10°
Daratan Broeshoek Audit Flores	1891	-	Triangulasi	Beacon Kayu	Titik sambungan garis 4° 10 U ke tanah besar.
	1899	Villarceau, HMS Flores	Astronomi + Triangulasi	Beacon 1891 hilang tanda semula	Bukti kegagalan penanda organic, koordinat dijadikan autoriti
Pemasangan kekal	1901	-	pengesahan pembinaan	Tiang granit (asas konkrit)	Ketahanan dalam bakau: rujukan Flores Beacon
Pemuktadaman Garis Rasmi	1912-1913	-	Jaringan triangulasi	16 pilar konkrit (Sebatik)	Disahkan 1915- Laporan Bersama peta Tawau

Di bahagian timur laut Pulau Nunukan (in 1891), kerja pengukuran merupakan antara yang paling signifikan dari sudut metodologi. Kedua-dua pihak, BNBC dan Nederlands-Indië, menggunakan instrumen astronomi masing-masing iaitu sextant bersama artificial horizon dan alt-azimuth untuk pemerhatian yang dijalankan selama dua malam berturut-turut. Teknik astronomi ini disokong oleh subsidiary triangulation, dengan penggunaan penanda semula jadi dan lakaran lapangan. Perbandingan bacaan menunjukkan perbezaan sekitar 7 saat arka, yang mencerminkan ketepatan yang tinggi bagi ukuran latitud  $4^{\circ}10'$  Utara, sekali gus memperkukuh asas saintifik garis sempadan yang ditetapkan (CO.874/106). Di kawasan daratan Broershoek (in 1891), triangulasi digunakan untuk menghubungkan garis latitud  $4^{\circ}10'$  Utara dari kawasan pulau ke tanah besar Borneo (CO.874/106). Pemasangan beacon kayu di lokasi ini berfungsi sebagai titik sambungan kritikal, menandakan peluasan kerja persempadanan daripada kawasan pesisir kepada pedalaman. Audit Flores (in 1899) memperlihatkan satu titik perubahan penting dalam proses pemetaan. Dengan penggunaan kaedah Villarceau dan sokongan kapal HMS Flores, pemeriksaan semula mendapati bahawa banyak beacon kayu 1891 telah hilang atau tidak dapat dikesan (CO.144/73/40). Keadaan ini menjadi bukti empirikal kegagalan penanda organik dalam persekitaran tropika. Justeru, koordinat geodetik mula diangkat sebagai autoriti utama, menggantikan kebergantungan kepada penanda fizikal semata-mata.

Fasa III iaitu pemasangan kekal pada tahun 1901 menandakan respon langsung terhadap kelemahan tersebut. Kerja-kerja pengesahan kedudukan diikuti dengan pembinaan tiang granit berasas konkrit, yang direka untuk ketahanan jangka panjang, khususnya di kawasan bakau. Flores Beacon dijadikan rujukan teknikal utama dalam memastikan konsistensi kedudukan dan orientasi penanda kekal ini. Akhir sekali, Fasa IV iaitu pemuktamadan 1912-1913 melibatkan penggunaan jaringan triangulasi berskala luas bagi menyelaraskan keseluruhan sistem koordinat sempadan. Output utamanya ialah pemasangan 16 pilar konkrit di Pulau Sebatik, yang mewakili pemuktamadan fizikal garis latitud  $4^{\circ} 10'$  Utara (CO.874/500). Kesemua kerja ini kemudiannya disahkan melalui Perjanjian 1915, disokong oleh Laporan Bersama dan peta rasmi Tawau, yang memberikan legitimasi undang-undang antarabangsa kepada hasil pemetaan dan demarkasi tersebut. Secara keseluruhan, *Jadual 3* ini memperlihatkan bahawa pemetaan Sebatik-Nunukan-tanah besar Borneo bukan sahaja melibatkan kerja teknikal berulang, tetapi juga proses pembelajaran institusi yang berterusan. Peralihan daripada penanda sementara kepada sistem koordinat dan infrastruktur kekal mencerminkan evolusi epistemologi pemetaan kolonial serta usaha menyesuaikan teknik Eropah dengan realiti fizikal Borneo.

## Kesimpulan

Kajian perbandingan antara BNBC dan Nederlands-Indië antara tahun 1881 hingga 1939 menunjukkan bahawa kedua-dua pihak mempunyai keperluan strategik tersendiri dalam usaha menandai dan memuktamadkan garis sempadan di utara Borneo. Pihak Nederlands-Indië secara relatif lebih ke hadapan dari segi sistem pemetaan geodesi dan organisasi survei, hasil daripada tradisi topographic survey yang mantap dan berpusat. Sebaliknya, BNBC beroperasi dalam kerangka pentadbiran syarikat kolonial yang lebih terhad, namun tetap berjaya membangunkan peta dan laporan rasmi sebagai asas kawalan wilayah dan legitimasi kedaulatan. Walaupun perincian instrumen tertentu

tidak sentiasa direkodkan secara lengkap dalam sumber digital yang tersedia, bukti sejarah pemetaan kolonial menunjukkan penggunaan konsisten instrumen seperti teodolit, sistem triangulasi, rantai ukur dan seterusnya teknik fotogrametri sebagai asas pengukuran sempadan di utara Borneo. Secara keseluruhannya, dapatan kajian ini mengukuhkan hujah bahawa persempadanan di utara Borneo merupakan satu proses teknikal dan saintifik yang berperingkat, dipengaruhi oleh kemajuan instrumen, adaptasi terhadap persekitaran tropika, serta keperluan diplomatik antara kuasa kolonial dan bukannya hasil penentuan arbitrari semata-mata.

### **Penghargaan**

Kajian ini dilakukan atas pembiayaan sendiri. Penghargaan diberikan Perpustakaan Negeri Sabah atas bantuan untuk mengakses rekod kolonial via atas talian The National Archives (Kew, United Kingdom) melalui sitem GALE.

### **Konflik Kepentingan**

Penulis mengesahkan bahawa tiada konflik kepentingan yang terlibat dengan mana-mana pihak dalam kajian penyelidikan ini.

### **RUJUKAN**

- [1] Bee, B.B.B. (2011): Komuniti Perbatasan Sempadan Prasejarah Sabah dalam Konteks Kebudayaan Awal Utara Kepulauan Borneo. – BUMANTARA 1(2): 1-15.
- [2] Bee, B.B.B.B., Osman, S., Sakke, N. (2009): Asas kajian persempadanan negeri Sabah. – Kota Kinabalu: Penerbit UMS 80p.
- [3] Black, I.D. (1983). A Gambling Style of Government: The Establishment of the Chartered Company's Rule in Sabah, 1878-1915. – Oxford University Press 254p.
- [4] Black, I.D. (1970): Native Administration by the British North Borneo Chartered Company, 1878-1915. – Australian National University 454p.
- [5] Colson, D.A. (2003): Sovereignty over Pulau Ligitan and Pulau Sipadan (Indonesia/Malaysia). – American Journal of International Law 97(2): 398-406.
- [6] Mahmud, N.A.N. (2003): Pulau Sipadan dan Pulau Ligitan: Isu sempadan dan kedaulatan. – Bangi: Penerbit UKM 215p.
- [7] Mat Zin, M.K. (2017): Pertikaian sempadan di pantai timur Borneo Utara pada tahun 1878 hingga 1915: Satu kajian pengurusan diplomasi antara British dan Belanda. – Universiti Utara Malaysia 325p.
- [8] Ormeling, F.J. (2019): The Exploration and Survey of the Outlying Islands of the Dutch East Indies. – In Mapping Empires: Colonial Cartographies of Land and Sea: 7th International Symposium of the ICA Commission on the History of Cartography, 2018, Cham: Springer International Publishing 22p.
- [9] Singh, D.S.R. (2000): The making of Sabah, 1865-1941: The Dynamics of indigenous society. – Kuala Lumpur: Universiti of Malaya Press 364p.
- [10] Singh, D.S.R. (2019): The Indonesia-Malaysia dispute concerning sovereignty over Sipadan and Ligitan Islands: Historical antecedents and the International Court of Justice judgment. – ISEAS-Yusof Ishak Institute 244p.
- [11] Solomon, R.L. (1970): Boundary concepts and practices in Southeast Asia. – World Politics 23(1): 1-23.
- [12] Tarling, N. (1971): Britain, the Brookes and Brunei. – Kuala Lumpur: Oxford University Press 578p.

- [13] Tregonning, K.G. (1960): North Borneo. – London: Her Majesty’s Stationery Office 272p.
- [14] Winichakul, T. (1997): Siam Mapped: A History of the Geo-body of a Nation. – University of Hawaii Press 223p.