

OPTIMALISASI PENGHAWAAN ALAMI RUSUNAWA BERTINGKAT TINGGI PASKA PANDEMI

Natalia Suwarno¹⁾, Budi Prayitno²⁾

Departemen Teknik Arsitektur dan Perancangan Universitas Gadjah Mada¹⁾

Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada²⁾

Email: natsuwarno@gmail.com

Abstrak: Kepadatan penduduk di Indonesia karena terjadinya pertumbuhan jumlah penduduk, khususnya di Jakarta memicu pembangunan gedung hunian bertingkat tinggi untuk memaksimalkan penangkap nilai lahan. Pembangunan berimbang didengungkan untuk mengimbangi kebutuhan dan menumbuhkan daya beli masyarakat dengan memberi pilihan perumahan yang terjangkau bagi kalangan menengah ke bawah. Rusunawa merupakan salah satu turunan dari kebijakan rumah berimbang, yaitu dari kebijakan KotaKU untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Awal tahun 2020 dihebohkan dengan munculnya kasus pertama COVID-19 di Indonesia sehingga menyebabkan perubahan pada pola kehidupan, tidak terkecuali di Rusunawa. Perubahan pola kehidupan dari hunian horizontal ke hunian vertikal membutuhkan adaptasi dari penghuni dan adanya COVID-19 ini menyebabkan bertambahnya variabel penyebab perubahan pola kegiatan dalam hunian. Kegiatan bersama dalam bangunan perlu diawasi untuk mengurangi kepadatan sehingga dapat mengurangi kemungkinan penularan dalam bangunan/terjadinya kluster baru. Virus COVID-19 ini penularannya diketahui utamanya melalui droplet dan dibawa angin dan apabila penghawaan dalam ruang kurang baik akan menyebabkan virus ini mudah menyebar. Karena rusunawa menurut standar diharuskan untuk menggunakan penghawaan alami, dalam perancangan perlu dipikirkan cara memaksimalkan penggunaan penghawaan alami. Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui cara identifikasi kepadatan dalam ruang dengan space syntax dan pengaruh penghawaan alami dalam mitigasi COVID-19 dalam bangunan rusunawa bertingkat tinggi.

Kata kunci: penghawaan alami, kepadatan dalam ruang, COVID-19

Title: *Optimizing the Natural Air Conditioning of High-rise Building After the Pandemic*

Abstract: Population density in Indonesia due to the population growth, especially in Jakarta, triggered the construction of high-rise residential buildings to maximize land value capture. Balanced development is buzzed to offset the needs and grow the community's purchasing power by providing affordable housing options for the lower middle class. Rusunawa is one of the derivatives of balanced housing policy, namely from Kotaku policy, to meet these needs. The beginning of 2020 was horrendous with the emergence of the first case of COVID-19 in Indonesia, causing changes in life patterns, not least in rusunawa. Changes in life patterns from horizontal to vertical settlements require adaptation from residents, and the presence of COVID-19 leads to increasing variables causing changes in activity patterns in the settlement. Joint activities in buildings need to be supervised to reduce density to reduce the possibility of transmission in buildings/occurrence of new clusters. The COVID-19 virus is mainly transmitted through droplets and carried by the wind, and if the air conditioning in the room is not good, it will cause the virus to spread quickly. Because rusunawa, according to standards, is required to use natural air conditioning, in design, it is necessary to think about how to maximize the use of natural air conditioning. This paper aims to find out how to identify the nature of space with space syntax and the influence of natural awareness in the mitigation of COVID-19 in high-rise rusunawa buildings.

Keywords: natural ventilation, indoor density, COVID-19

PENDAHULUAN

Demi memenuhi tujuan SDGs dan untuk mengurangi permukiman kumuh di kota besar, di Indonesia dibuat kebijakan KotaKU (BAPPENAS,

2019; Prayitno, 2020; Prayitno, 2018; Prayitno, 2020). Dalam usahanya, pemerintah ibukota merancang kebijakan mengenai rusunawa bertingkat tinggi untuk meningkatkan nilai

tangkapan lahan ruang dalam pemenuhan perumahan berimbang khususnya untuk kalangan menengah kebawah. Dalam pembangunan rusunawa tertuang dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 05/PRT/M/2007 mengenai pedoman teknis pembangunan rumah susun sederhana bertingkat tinggi (Kementerian Pekerjaan Umum, 2007), terdapat pembahasan mengenai pemenuhan kualitas/keandalan bangunan salah satunya mengenai kualitas tata udara dan kenyamanan termal dalam bangunan. Penghuni rusunawa sendiri dulunya merupakan penghuni perumahan horizontal yang berpindah ke perumahan vertikal.

Dalam perubahan pola perumahan yang dihuni, terjadi juga perubahan pola kehidupan bersama sehingga adanya indikasi penggunaan ruang yang tidak sesuai peruntukan aslinya salah satunya penggunaan koridor lantai hunian untuk kegiatan bersama. Pandemi COVID-19 yang datang pada awal tahun 2020 menyebabkan pola berkegiatan dalam bangunan seperti itu dapat menyebabkan terjadinya penularan/kluster baru dalam bangunan (Escombe, et al., 2007; Goniewicz, et al., 2020; Pfefferbaum & North, 2020).

Penulisan ini bertujuan untuk mengetahui cara identifikasi kepadatan dalam ruang serta pengaruhnya dalam penularan virus COVID-19 dalam bangunan apabila penghawaan alami yang digunakan belum sesuai dengan standar yang berlaku untuk mitigasi COVID-19.

METODE PENELITIAN

Penulisan ini dengan merupakan penelitian kualitatif *literatur review* dengan mencoba mengkaji beberapa teori tentang COVID-19 yaitu cara penularan dan mitigasi untuk menghindari penularannya (Escombe, et al., 2007; Goniewicz, et al., 2020; Kedutaan Besar RI di Brussels, Belgia, 2020; Megahed & Ghoneim, 2020), penghawaan alami di iklim tropis (EnREI, 1995; ASHRAE 55, 2004; Satwiko, 2009), penghawaan alami dan efek yang dirasakan manusia (Met Office, 2012; Givoni, et al., 2006) dan fungsinya untuk mencegah terjadinya kluster baru dalam ruang bersama hunian bertingkat tinggi.

Subjek penelitian ini adalah masyarakat penghuni rusunawa bertingkat tinggi di kawasan iklim tropis. Objek amatan dari penelitian ini adalah bangunan rusunawa bertingkat tinggi yang menggunakan penghawaan alami di ruang bersama dan atau ruang yang digunakan untuk kegiatan bersosialisasi antar penghuni rusunawa di dalam ruang.

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: 1. Pembahasan teori mengenai kepadatan dalam ruang dan analisisnya dengan menggunakan *software space syntax*, 2. Cara pengumpulan data penghawaan alami dalam ruang, 3. Cara analisis data penghawaan alami dalam ruang dengan kepadatan tinggi di bangunan bertingkat tinggi menggunakan *CFD-based software*.

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Ada beberapa rusunawa bertingkat tinggi di Jakarta dan beberapa diantaranya adalah Rusunawa Jatinegara Barat, Rusunawa Pasar Rumpit, Rusunawa Pasar Jumat, dan Rusunawa Penggilingan. Untuk mengidentifikasi kepadatan dalam ruang kasus, diperlukan validasi dan verifikasi. Dalam hal ini pengamatan dalam ruang rusunawa diperlukan sebagai data untuk menganalisis penilaian kepadatan dalam ruang dengan menggunakan *space syntax* sebagai alat bantu analisis.

Space Syntax

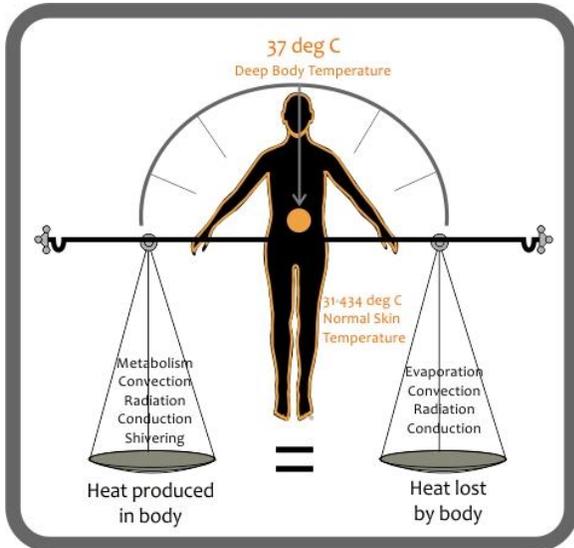
Konfigurasi antar ruang dapat diinterpretasikan sebagai kumpulan hubungan antara beberapa objek dalam satu struktur (Hillier, 2007; Ridwana & Prayitno, 2017). *Space syntax* merupakan teknik konfigurasi ruang dengan menganalisis pola spasial yaitu hubungan antara objek dengan skala mikro, mezzo maupun makro (Darjosanyoto, 2005; Hillier & Hanson, 1987) dengan variabel sebagai berikut:

1. *Connectivity*
2. *Integrity*
3. *Intelligibility*

Dengan menggunakan *software* Depthmap untuk menjalankan data *space syntax* peneliti dapat

mengetahui nilai tangkapan ruang dan memberi penilaian bagian ruang mana dengan kepadatan tinggi. Apabila nilai kepadatan ruang sudah diketahui, hal yang perlu dilakukan untuk meninjau ruang yang ada sesuai dengan ketentuan yang ada dalam hal kenyamanan termal serta penghawaan yang optimum, berikutnya dijelaskan mengenai hal tersebut.

Kenyamanan Termal



Gambar 1. Ilustrasi Kenyamanan Termal pada Manusia. Sumber: (NZEB, -)

Kenyamanan termal bersifat personal dan sangat berbeda dirasakan setiap orang. Merupakan kondisi pikiran dan rasa puas yang dirasakan pengguna ketika berkegiatan dalam suatu ruang (Szokolay, 1973; ISO, 2005; ASHRAE 55, 2004; EnREI, 1995). Dalam iklim tropis seperti di Indonesia, kenyamanan termal yang optimum dirasakan apabila kondisi iklim mikro ada pada suhu 22,8°C – 25,5°C dan kelembapan relatif 60%-75% untuk mencapai suhu tubuh manusia yang optimum pada angka 37°C (Satwiko, 2009). Selain itu, hal yang mempengaruhi kenyamanan termal seseorang terhadap ruang adalah Radiant Temperature, kecepatan angin, pakaian, aktivitas, umur dan jenis kelamin.

Thermal Sensation (TS)

Thermal sensation merupakan 7 poin skala untuk membantu dalam mengetahui sensasi termal yang dirasakan pengguna dalam suatu ruang (A. Auliciems, 1981; ASHRAE 55, 2004; Givoni, et al., 2006). Perhitungan untuk mengetahui nilai TS adalah sebagai berikut:

$$TS = C \times (0,1115 \times Temp) \times (0,0008 \times Rad) \times (0,3184 \times Kec. Angin)$$

Dengan skala 1 sangat dingin, 2 dingin, 3 agak dingin, 4 netral, 5 agak panas, 6 panas, dan 7 sangat panas.

Natural Ventilation

Penghawaan alami di iklim tropis khususnya di Indonesia dapat dimaksimalkan karena di kedua musim perbedaan suhunya tidak terlalu signifikan. Penghawaan alami merupakan penghawaan dengan sistem aktif (Satwiko, 2009) dan dikatakan sudah baik penggunaannya apabila orientasi bukaan yaitu pintu dan jendela bangunan menghadap utara dan selatan serta kecepatan udara di dalam bangunan ada pada angka 0,6m/s-1,2m/s. Selain itu, terdapat pula ACH yaitu *Air Change per Hour* (ACH) untuk mengetahui kuantitas pergantian udara dalam ruang dalam kurun waktu 1 jam. ACH (A. Auliciems, 1981; EnREI, 1995; Mediastika, 2002; Escombe, et al., 2007) yang baik untuk mengurangi kemungkinan penularan virus yang penularannya dengan udara berada pada angka 0,5-1. Untuk mengetahui nilai ACH, dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$ACH = \left(\frac{Q}{V}\right) * 3600$$

V adalah volume ruangan (m³) dan Q adalah tingkat penghawaan alami (m³/s) dengan rumus

$$Q = 0.025 * A * v$$

A adalah luas bukaan (m²), v adalah kecepatan pada bukaan (m/s) dan 0.025 adalah faktor pengali tetap (konstanta).

Penggunaan Software berbasis CFD

Untuk mengetahui persebaran kecepatan udara dalam ruang, diperlukan alat analisis dengan

menggunakan data kecepatan udara dalam ruang dan kecepatan udara luar ruang serta data temperatur udara. Data didapatkan dengan pengamatan langsung serta penggunaan software berbasis CFD.

Salah satu contoh software yang dijalankan dengan CFD (Bazafkan, 2017) adalah Butterfly, Ladybug dan Honeybee. Software tersebut dijalankan pada program berbasis CAD bernama Rhinoceros. Program ini dijalankan dengan input data EPW (doe2, 2020) untuk analisis *indoor airflow*, *outdoor airflow*, PMV, dan lain sebagainya berkenaan dengan analisis energi pada bangunan.

Analisis Data

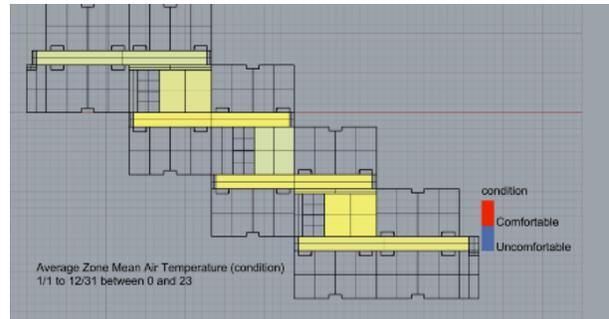
Penelitian berfokus pada bangunan bertingkat tinggi sehingga ruang yang di analisis adalah pada lantai 8 ke atas. Dimulai dengan analisis *space syntax* dengan *depthmap* untuk mengetahui nilai kepadatan dalam ruang. Data yang diperlukan adalah jumlah penghuni harian pada lantai amatan. Hasil dari *space syntax* ini adalah nilai R^2 yang mengindikasikan kepadatan sebuah ruang. Nilai R^2 yang mendekati angka 1 adalah nilai yang menunjukkan tingkat kepadatan yang tinggi (Ridwana & Prayitno, 2017). Selain itu, pada gambar 2, apabila ruang memiliki kepadatan tinggi akan berwarna merah dan biru merupakan indikasi ruang dengan kepadatan rendah.



Gambar 2. Contoh Hasil Analisis VGA dengan Depthmap. (Sumber: Penulis, 2021)

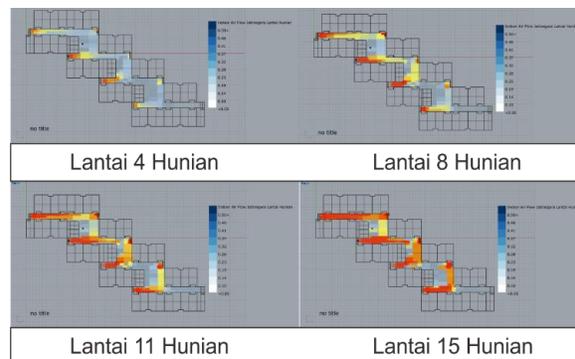
Berikutnya, dilakukan analisis Indoor PMV untuk mengetahui tingkat kenyamanan termal terhadap ruang dalam lantai amatan. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan Honeybee dengan memasukan data bukaan pada bangunan, material

yang digunakan pada bangunan, jadwal penggunaan energi dalam bangunan (listrik, air, penghawaan buatan) serta data EPW untuk menjalankan analisis iklim pada kasus amatan. Setelah itu dilakukan pencatatan hasil dimana pada gambar 3, warna merah merupakan indikasi nyaman optimum, kuning cenderung biasa saja, dan biru merupakan indikasi tidak nyamannya penghuni terhadap keadaan ruang dalam.



Gambar 3. Analisis Indoor PMV dengan Honeybee. (Sumber: Penulis, 2021)

Berikutnya dilakukan analisis kecepatan udara dalam ruang menggunakan Butterfly. Simulasi ini dilakukan dengan memasukkan data kecepatan udara di luar bangunan yang berbeda di setiap lantainya. Karena itu, simulasi ini dilakukan berulang untuk mengetahui nilai kecepatan udara dalam ruang di beberapa lantai yang berbeda. Penulis menurut gambar 4 melakukan simulasi dengan mengambil sample pada lantai 4, 8, 11 dan 15 koridor hunian untuk mengetahui pengaruh ketinggian lantai terhadap kecepatan udara yang masuk dalam bangunan.



Gambar 4. Analisis Indoor Airflow dengan Butterfly. (Sumber: Penulis, 2021)

Selanjutnya, hasil simulasi di-overlay-kan untuk mengetahui titik mana yang perlu perhatian dalam hal mitigasi COVID-19 ini. Pada pengamatan di atas, ruang yang perlu diberi perhatian khusus. Terdapat indikasi ruang tersebut merupakan ruang dengan kepadatan tinggi serta memiliki kecepatan udara yang belum memenuhi standar dengan contoh dari hasil kasus berikut ini:

Tabel 1. Kecepatan Udara dari Contoh Kasus

Lantai	Kecepatan Udara
4	0,507
8	0,787
11	1,131
15	1,410

Sumber: Penulis, 2021

Sebagai contoh, dari gambar tersebut telah dilakukan perhitungan untuk mencari nilai *Thermal Sensation* dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai TS Contoh Kasus

Lantai	C	0,1115 x Temp	0,0009 x Rad	0,3185 x kec angin	TS
4	1,2	2,91	0,81	0,16	5
8	1,2	2,91	0,81	0,25	5
11	1,2	2,91	0,81	0,37	5
15	1,2	2,89	0,81	0,45	4

Sumber: Penulis, 2021

Berikutnya, untuk mengetahui apakah dengan kondisi eksisting sudah sesuai dengan standar (A. Auliciems, 1981; EnREI, 1995; Mediasatika, 2002; Escombe, et al., 2007), dilakukan perhitungan ACH dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai ACH pada Contoh Kasus

Vol	Cv	A	V	Qp	ACH
4	843,9	0,025	7,5	0,51	0,41
8	843,9	0,025	7,5	0,79	0,63
11	843,9	0,025	7,5	1,13	0,90
15	843,9	0,025	7,5	1,41	1,13

Sumber: Penulis, 2021

Hal yang dapat dilakukan untuk memperbaiki nilai ACH adalah dengan menambah luasan bukaan serta

apabila dimungkinkan dapat menggunakan bantuan alat penghawaan pasif seperti *exhaust fan*.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa didapatkan dari penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Diperlukannya identifikasi kepadatan pada ruang dengan analisis *space syntax* untuk mengetahui nilai kepadatan suatu ruang dan juga untuk mengetahui kerentanan suatu ruang terhadap menularan virus COVID-19.
2. Analisis terhadap kenyamanan termal secara keseluruhan (A. Auliciems, 1981; EnREI, 1995; Mediasatika, 2002; Escombe, et al., 2007; Satwiko, 2009) diperlukan untuk melihat lebih jauh apakah pada eksisting atau nantinya pada saat perancangan diperlukan perubahan/penyesuaian untuk mengurangi menularan virus COVID-19.
3. Hasil simulasi *space syntax* dan kenyamanan termal yang di-overlay-kan diperlukan untuk mengetahui titik mana pada ruang yang memiliki kerentanan tinggi dan perhatian khusus untuk diperbaiki agar dapat mengurangi kemungkinan penularan virus COVID-19 atau penyakit pernafasan lainnya.
4. Tulisan ini dapat digunakan sebagai batu loncatan untuk penelitian berikutnya mengenai pengaruh kepadatan ruang dan penghawaan alami terhadap mitigasi COVID-19.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Tuhan serta orang di sekitar penulis yang mendukung dalam menyelesaikan tulisan ini sehingga tulisan ini dapat diselesaikan tepat pada waktu-Nya.

References

A. Auliciems, 1981. Towards a psychophysiological model of thermal perception. *International Journal of Biometeorology* 25(2), pp. 109-122.

- ASHRAE 55, 2004. *ANSI/ASHRAE Standard 55*. s.l.:s.n.
- BAPPENAS, 2019. *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024*. Jakarta: Kementerian PPN/BAPPENAS.
- Bazafkan, E., 2017. *Assessment of Usability and Usefulness of New Building Performance Simulation Tools in the Architectural Design Process*. Thesis ed. Wien: Technischen Universität Wien.
- Darjosanyoto, E., 2005. "Kembang Jepun": Jalan Dominan Kota Surabaya. *Dimensi*, 33(2), pp. 143-152.
- doe2, 2020. *Index of Weather*. [Online] Available at: <https://doe2.com/Download/Weather/NO-N-US/>
- EnREI, 1995. *Avoiding or Minimising the Use of Air Conditioning, Enrei Report no 31*, UK: EnREI.
- Escombe, A. R. et al., 2007. Natural Ventilation for the Prevention of Airborne Contagion. *PLoS MEDICINE*, 4(2), pp. 309-307.
- Givoni, B. et al., 2006. Thermal sensation responses in hot, humidclimates: effects of humidity. *BUILDING RESEARCH & INFORMATION*, pp. 496-506.
- Goniewicz, K. et al., 2020. Current response and management decisions of the European union to the COVID-19 outbreak: A Review. *Sustainability* 12(09).
- Hillier, B., 2007. *Space is the Machine*. London: University College London.
- Hillier, B. & Hanson, J., 1987. *The Social Logic of Space*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ISO, 2005. *Ergonomics of the Thermal Environment — Analytical Determination and Interpretation of Thermal Comfort using Calculation of the PMV and PPD Indices and Local Thermal Comfort Criteria*, Geneva: ISO.
- Kedutaan Besar RI di Brussels, Belgia, 2020. *kemlu.go.id*. [Online] Available at: <https://kemlu.go.id/brussels/id/news/6349/kebijakan-pemerintah-republik-indonesia-terkait-wabah-covid-19> [Accessed 30 September 2020].
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum*. [Online] Available at: <https://www.perumnas.co.id/download/prodhukum/permen/05-PRT-M-2007%20PEDOMAN%20TEKNIS%20PEMBANGUNAN%20RUMAH%20SUSUN%20SEDERHANA%20BERTINGKAT%20TINGGI.pdf>
- Mediastika, C. E., 2002. Desain Jendela Bangunan Domestik untuk Mencapai "Cooling Ventilation". *Dimensi*, pp. 77-84.
- Megahed, N. A. & Ghoneim, E. M., 2020. Antivirus-built Environment: Lessons Learned from Covid-19 Pandemic. *Elsevier: Sustainable Cities and Society*, pp. 1-9.
- Met Office, 2012. *Beaufort*. London: National Meteorological Library and ArchiveFact sheet 6 — The Beaufort Scale.
- NZEB, -. *Net Zero Energy Building*. [Online] Available at: <https://nzeb.in/knowledge-centre/passive-design/thermal-comfort/> [Accessed 10 November 2020].
- Pfefferbaum, B. & North, C., 2020. Mental health and the Covid-19 pandemic. *The New England Journal of Medicine*.
- Prayitno, B., 2018. Green Modular Concept of Sustainable Kampong Cityblock in Indonesia. *Sustainable Development Research in the Asia-Pasific Region*, pp. 509-523.

Prayitno, B., 2020. *Megahunian Berkelanjutan*. Jakarta: Harian Kompas.

Prayitno, B., 2020. *Paradigma Baru Perumahan dan Pengembangan Perkotaan*. Yogyakarta, s.n., pp. 1-26.

Ridwana, R. & Prayitno, B., 2017. *The Relationship Between Spatial Configuration and Social Interaction in High-Rise Flats: A Case Study on the Jatinegara Barat*. s.l., SHS Web of Conferences.

Satwiko, P., 2009. *Fisika Bangunan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI Yogyakarta.

Szokolay, 1973. *Manual of Tropical Housing and Building: Part 1: Climatic Design*. London: s.n.