



Identifikasi Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Kelurahan Salekoe Kecamatan Wara Timur

Hasrida¹⁾, Suaedi²⁾, Rahma Hi. Manrulu^{1*)}

¹⁾ Program Studi Fisika Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

²⁾ Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

Email korespondensi : rahmamanrulu@uncp.ac.id

ABSTRACT– Research has been carried out in the Salekoe Village, Wara Timur District, Palopo City using the Schlumberger configuration geoelectric method to determine subsurface lithology related to identifying the depth of seawater intrusion as a detection of the location of groundwater in the area. In this research, the track length used is 200 meters. The resulting data is in the form of a resistance value and is used to find the apparent resistivity value. The data is then processed using IP2Win software to obtain an overview of subsurface rock lithology. From the results of inversion using the IP2Win software, it can be seen that the depth of seawater intrusion in the area. This can be seen from the results of interpretation based on geological conditions and resistivity values indicating that the area that has experienced seawater intrusion occurs in layers 4 – 5 with a depth of 5.57 – 9.78 meters with a resistivity value of 3.98 – 5.40 $\Omega.m$, then at a depth of 57.70 meters with a resistivity value of 4.93 $\Omega.m$ again experiences seawater intrusion. The depth of groundwater that is not experiencing seawater intrusion is found in layers 6 - 8 at a depth of 11.90 - 25.60 meters with a resistivity value of 9.53 - 69.70 $\Omega.m$. This layer is good for use by residents in making drilled wells to get groundwater that is suitable for consumption.

ABSTRAK- Telah dilakukan penelitian di Kelurahan Salekoe Kecamatan Wara Timur Kota Palopo dengan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* untuk mengidentifikasi kedalaman intrusi air laut. Dalam penelitian ini, panjang lintasan yang digunakan adalah 200 meter. Data yang dihasilkan berbentuk nilai resistansi dan digunakan untuk mencari nilai resistivitas semu. Data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan *software IP2Win* untuk mendapatkan gambaran litologi batuan bawah permukaan. Dari hasil inversi menggunakan *software IP2Win* terlihat kedalaman intrusi air laut pada daerah tersebut. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil interpretasi berdasarkan kondisi geologi dan nilai tahanan jenis menunjukkan bahwa Daerah yang telah mengalami intrusi air laut terjadi pada lapisan 4 – 5 dengan kedalaman 5,57 – 9,78 meter dengan nilai resistivitas 3,98 – 5,40 $\Omega.m$, kemudian pada kedalaman 57,70 meter dengan nilai resistivitas 4,93 $\Omega.m$ kembali mengalami intrusi air laut. Kedalaman air tanah yang tidak mengalami intrusi air laut terdapat pada lapisan 6 - 8 pada kedalaman 11,90 – 25,60 meter dengan nilai resistivitas 9,53 – 69,70 $\Omega.m$. Lapisan ini baik digunakan oleh warga pada pembuatan sumur bor untuk mendapatkan air tanah yang layak di konsumsi.

Kata Kunci : geolistrik, Schlumberger, intrusi

PENDAHULUAN

Air tanah di Kota Palopo dimanfaatkan untuk berbagai keperluan mulai dari keperluan rumah tangga, usaha air mineral hingga perhotelan/penginapan. Air tanah dimanfaatkan sebagai sumber air bersih dalam bentuk sumur, sumur pompa, dan sumur bor. Berdasarkan data BPS Kota Palopo

terdapat 51 usaha penginapan dua diantaranya merupakan hotel berbintang dan lainnya berupa usaha penginapan lainnya (BPS Kota Palopo, 2017). Untuk memenuhi kebutuhan air yang cukup besar selain menggunakan PDAM juga memanfaatkan air tanah (sumur bor). Untuk menjaga ketersediaan air tanah dan mengantisipasi

terjadinya eksploitasi air tanah secara berlebihan maka perlu dilakukan upaya konservasi. Upaya konservasi ini dimulai dari menginventarisasi potensi air tanah Kota Palopo dan mengetahui seberapa besar potensinya. Hal ini penting dilakukan agar air tanah Kota Palopo dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Eksploitasi air tanah secara berlebihan dapat berdampak pada penurunan muka air tanah, intrusi air laut, pencemaran air tanah dan penurunan muka tanah (*land subsidence*) (Rejekiningrum, 2009).

Intrusi air laut adalah penyusupan air laut (air asin) ke dalam akuifer air tawar. Hal ini terjadi karena terganggunya keseimbangan hidrostatik antara air bawah tanah tawar dan air bawah tanah asin. Umumnya intrusi air laut terjadi di daerah perkotaan, ini disebabkan oleh terlalu banyaknya manusia mengambil air bawah tanah tanpa adanya *feedback* yang setimpal untuk regenerasi air tanah itu sendiri. Intrusi air laut mengakibatkan berkurangnya mutu air bawah tanah. Air tanah yang sebelumnya layak untuk digunakan sebagai air minum menjadi tidak layak lagi untuk digunakan (Hendrayana, 2002).

Kasus intrusi air laut merupakan masalah yang sering terjadi di daerah pesisir pantai. Masalah ini selalu terkait dengan kebutuhan air bersih, dimana air bersih merupakan air yang layak untuk dikonsumsi. Rusaknya air tanah pada daerah pesisir ditandai dengan keadaan air yang tidak bersih dan rasanya asin. Lapisan yang mengalami intrusi air laut tidak layak untuk diminum sehingga harus diketahui kedalaman air tanahnya. Kelurahan Salekoe Kecamatan Wara Timur terletak di Kota Palopo merupakan salah satu daerah yang berada di pesisir pantai yang dapat berpotensi mengalami intrusi air laut. Warga yang berada di Kelurahan Salekoe yang menggunakan air sumur bor sebagai keperluan sehari-hari sedangkan untuk air minum hanya menggunakan air galon, air sumur bornya tidak layak untuk diminum karena rasanya yang payau. Beberapa warga juga menggunakan air PDAM dan air sumur

bor, air sumur bor hanya digunakan sebagai cadangan apabila air PDAM macet.

Salah satu metode geofisika yang digunakan dalam mengidentifikasi intrusi air laut adalah metode geolistrik. Metode geolistrik ini pada prinsipnya menginjeksikan arus listrik di permukaan bumi melalui sepasang elektroda arus kemudian mengukur tegangan antara kedua elektroda tersebut menggunakan sepasang elektroda potensial yang dihubungkan dengan voltmeter. Dari hasil pengukuran ini menghasilkan data kuat arus listrik yang mengalir dalam batuan dan potensial listrik. Tahanan jenis (*resistivity*) batuan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad \dots (1)$$

Dimana K = faktor geometri. Untuk konfigurasi Schlumberger, faktor geometri diberikan oleh

$$K = \pi \frac{(L^2 - l^2)}{2l} \quad \dots (2)$$

Dimana $= \frac{C_1 C_2}{2}$, dan $l = \frac{P_1 P_2}{2}$

Konfigurasi *schlumberger* digunakan untuk memperoleh gambaran bawah permukaan secara vertikal (*sounding*). Istilah *sounding* diambil dari *vertical electrical sounding* (VES), yaitu suatu teknik pengukuran yang bertujuan untuk memperkirakan variasi resistivitas sebagai fungsi dari kedalaman pada suatu titik pengukuran. Dengan menggunakan konfigurasi ini kedalaman penetrasi yang diperoleh lebih besar (Manrulu & Nurfalaq, 2017).

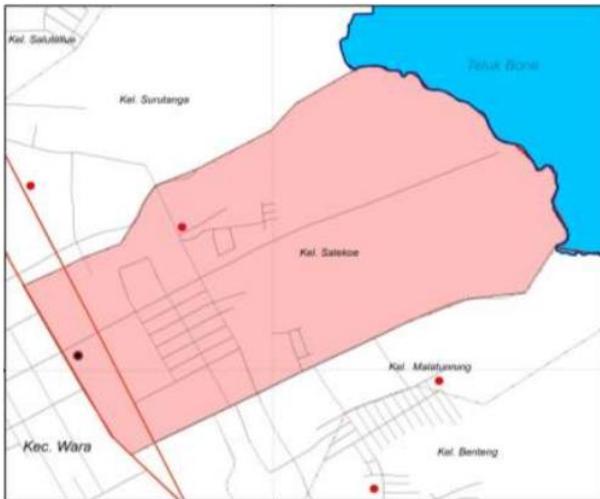
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kedalaman intrusi air tanah di Desa Salekoe Kecamatan Wara Timur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Salekoe Kecamatan Wara Timur Kota Palopo dengan titik koordinat 3°0'7,07" LS, 120°12'50,13" BT.

1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah resistivitymeter, GPS (*Global Positioning System*), elektroda, meteran, kabel rol, palu geologi, alat tulis menulis, laptop (*notebook*) dan kamera. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu aki kering.



Gambar 1. Peta Kelurahan Salekoe yang menjadi lokasi penelitian.

2. Metode Kerja

Langkah pertama yang dilakukan yaitu menyiapkan alat-alat yang digunakan untuk pengukuran lapangan. Selanjutnya pengukuran lapangan dilakukan sebanyak satu lintasan dengan panjang bentangan 200 meter. Jarak elektroda ini sebanding dengan kedalaman lapisan batuan yang terdeteksi. Makin besar jarak elektroda, semakin dalam lapisan batuan yang dapat diselidiki. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat resistivitymeter. Adapun prosedur kerja yang dilakukan dalam pengambilan data yaitu menentukan lintasan pengukuran dan spasi elektroda, panjang lintasan pengukuran serta arah lintasan pengukuran menggunakan GPS, kemudian memasang elektroda dengan lebar jarak spasi antar elektroda yang telah ditentukan dengan susunan elektroda berdasarkan konfigurasi *Schlumberger*. Selanjutnya mengaktifkan resistivitymeter lalu menginjeksikan arus listrik kedalam tanah melalui elektroda yang

sudah terpasang, kemudian melakukan pengukuran pada lintasan dan mencatat arus listrik (I) dan beda potensial (ΔV) antara 2 titik elektroda serta menghitung resistivitas semu (ρ_a) hasil pengukuran.

3. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk menghitung harga resistivitas semu menggunakan persamaan (1). Selanjutnya membuat penampang resistivitas 1D menggunakan *software IP2Win* untuk memperoleh gambaran nilai resistivitas material bawah permukaan, ketebalan dan kedalamannya yang ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel *Vertical Electric Sounding* (VES).

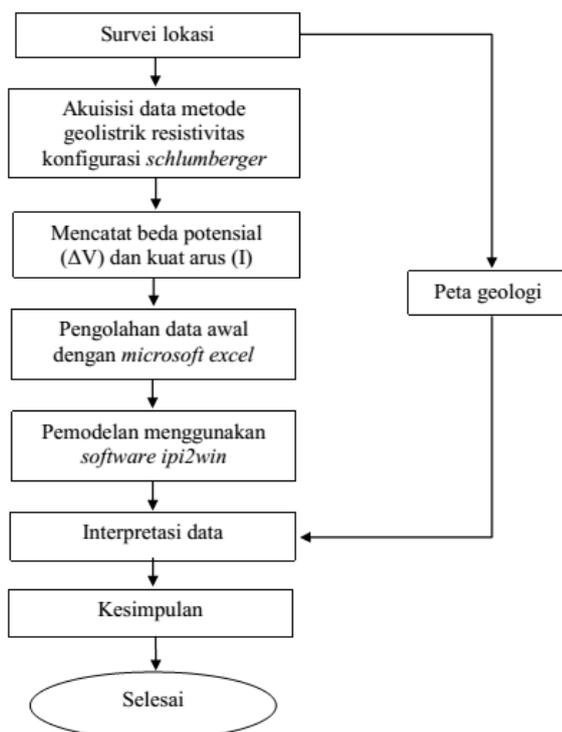
4. Interpretasi Data

Hasil pengolahan data dan inversi geolistrik berupa penampang tahanan jenis 1D. Penampang tersebut memperlihatkan distribusi resistivitas mineral yang ada di bawah permukaan pada berbagai kedalaman beserta ukuran ketebalannya. Untuk mengetahui jenis mineral yang terdeteksi, nilai resistivitas yang diperoleh disesuaikan dengan tabel nilai resistivitas material-material bumi. Penampang bawah permukaan setiap lintasan diinterpretasikan berdasarkan nilai tahanan jenis yang diperoleh dari hasil deteksi resistivitymeter yang dimodelkan menggunakan *software IP2Win*, sehingga dapat diketahui kedalaman intrusi air laut.

Sebelum melakukan pengambilan data lapangan terlebih dahulu dilakukan survei lokasi dan mengumpulkan referensi tentang daerah penelitian. Pengambilan data dalam penelitian ini menggunakan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger*, kemudian melakukan pengukuran pada lintasan dan mencatat beda potensial (ΔV) dan kuat arus (I) antara 2 titik elektroda serta menghitung resistivitas semu (ρ_a) hasil pengukuran. Data

yang diperoleh kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk menghitung harga resistivitas semu kemudian data diolah menggunakan *software IP2Win* untuk memperoleh nilai resistivitas material bawah permukaan. Hasil pengolahan data berupa VES sehingga dapat diketahui kedalaman intrusi air laut sebagai deteksi letak air tanah.

Diagram kerja kedalaman intrusi air laut sebagai deteksi letak air tanah dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* di Kelurahan Salekoe Kecamatan Wara Timur Kota Palopo.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

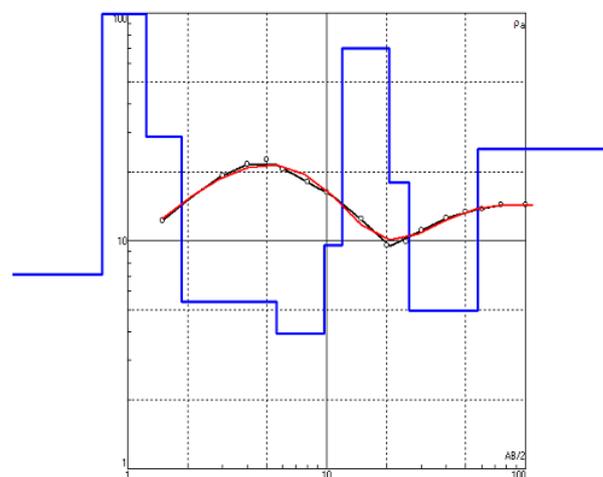
Pada lintasan pengukuran geolistrik menggunakan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger*, panjang lintasan yang digunakan adalah 200 m dengan jarak spasi antar elektroda MN (1 m) dan AB (3 m). Jumlah data yang dihasilkan sebanyak 16 data kemudian mencatat titik koordinat pengukuran.

Data lapangan yang diperoleh berupa nilai kuat arus (I) dan beda potensial (ΔV). Hasil data lapangan yang diperoleh kemudian diolah menggunakan perangkat

lunak *Microsoft Excel* untuk mendapatkan nilai resistivitas semu (ρ_a) dan faktor geometri (K) persamaan (2). Hasil pengolahan data pada *Microsoft Excel* tersebut di-input kedalam *software IP2Win* untuk memperoleh nilai resistivitas batuan bawah permukaan yang terdeteksi, ketebalan dan kedalamannya yang ditampilkan dalam bentuk grafik yang terdiri dari 3 warna garis kurva yaitu garis kurva warna hitam, biru, dan merah.

Hasil interpretasi data menggunakan *software IP2Win* merupakan gambaran struktur batuan bawah tanah untuk mengetahui lapisan jenis, data hasil pengolahan *software IP2Win* dicocokkan dengan tabel nilai resistivitas batuan (Telford, Geldart, & Sheriff, 1990).

Pengukuran geolistrik dilakukan sebanyak satu lintasan yang terletak di Jalan masuk lokasi wisata Pantai Labombo, Kelurahan Salekoe Kecamatan Wara Timur Kota Palopo yang berada pada titik koordinat $3^{\circ}0'7,07''$ LS, $120^{\circ}12'50,13''$ BT elevasi 7 m dengan panjang lintasan 200 m. Hasil model inversi penampang bawah permukaan diperoleh grafik seperti pada gambar 3 dengan nilai resistivitas sebesar 3,93-170 $\Omega.m$ dengan jangkauan kedalaman hingga 57,70 m yang dapat dilihat pada tabel 1.



Gambar 3. VES pengukuran geolistrik

Kelurahan Salekoe Kecamatan Wara Timur yang terletak di Kota Palopo sebagian besar merupakan wilayah daratan pesisir dengan tingkat kemiringan lahan antara 0-2%, dan sebagian berupa landai dan sisanya lahan

datar. Penggunaan lahan di Kelurahan Salekoe terdiri dari pemukiman, perumahan, dan tambak/kolam serta rawa-rawa. Air sumur bor yang digunakan oleh warga rasanya payau dimana air tanah bercampur dengan air asin sehingga air sumur bornya tidak layak untuk dikonsumsi. Maka dari itu peranan air tanah di daerah tersebut sangat penting untuk keperluan hidup sehari-hari.

Tabel 1. Hasil inversi pengukuran geolistrik

N	ρ	h	d	Alt
1	7,11	0,75	0,75	-0,75
2	170,00	0,50	1,24	-1,24
3	28,60	0,62	1,86	-1,86
4	5,40	3,71	5,57	-5,57
5	3,98	4,20	9,78	-9,78
6	9,53	2,60	11,90	-11,94
7	69,70	8,70	20,60	-20,64
8	18,10	5,25	25,60	-25,89
9	4,93	31,80	57,70	-57,72
10	25,30			

Kondisi geologi dan topografi Kelurahan Salekoe diketahui bahwa pada area pengukuran terdapat lapisan endapan alluvial, aluvium, lempung, pasir, kerikil, batugamping yang terdiri dari endapan sungai dan rawa. Endapan alluvial ini merupakan endapan sungai yang dapat berupa lumpur, pasir dan kerikil. Batuan ini dapat bersifat permeabel dan berpori sehingga dapat menyimpan air tanah. Satuan batuan ini berumur kuartar yang belum kompak dan masih terurai, yang apabila satuan batuan memiliki nilai resistivitas yang rendah menandakan lapisan batuan tersebut tidak cukup padat dan terdapat air dengan kualitas air asin dengan kata lain terjadi intrusi air laut dan sebaliknya. Apabila suatu lapisan batuan memiliki nilai resistivitas yang cukup tinggi, maka hal tersebut menandakan lapisan tersebut cukup padat dan terdapat air tanah yang layak dikonsumsi. Berdasarkan nilai resistivitas dari berbagai material-material bumi. Intrusi air laut memiliki nilai

resistivitas 0,20 Ω .m dan air tanah dengan nilai resistivitas 0,50-300 Ω .m.

Berdasarkan hasil interpretasi yang didapatkan diketahui bahwa intrusi air laut ditemukan mulai kedalaman 5,57-9,78 meter dengan nilai resistivitas 3,98- 5,40 Ω .m, dan kedalaman 57,70 meter dengan nilai resistivitas 4,93 Ω .m terdapat lagi intrusi air laut. Sedangkan untuk air tanah berada pada kedalaman 11,90- 25,60 meter dengan nilai resistivitas 9,53-69,70 Ω .m.

Tabel 2. Interpretasi lapisan bawah permukaan

No	Resistivitas (Ohm)	Ketebalan (m)	Kedalaman (m)	Material
1	7,11	0,75	0,75	Top soil
2	170,00	0,50	1,24	Top soil
3	28,60	0,62	1,86	Top soil
4	5,40	3,71	5,57	Intrusi air laut
5	3,98	4,20	9,78	Intrusi air laut
6	9,53	2,60	11,90	Air tanah
7	69,70	8,70	20,60	Air tanah
8	18,10	5,25	25,60	Air tanah
9	4,93	31,80	57,70	Intrusi air laut
10	25,30			

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Jalan masuk lokasi wisata Pantai Labombo, Kelurahan Salekoe, lapisan yang baik digunakan oleh warga pada pembuatan sumur bor untuk mendapatkan air tanah yang layak di konsumsi mulai pada lapisan 6 sampai pada lapisan 8 pada kedalaman 11,90-25,60 meter karena pada lapisan ini tidak ditemukan intrusi air laut dan juga dipengaruhi dengan kondisi bentang lahan tanah yang ditumbuhi pepohonan, tetapi pada lapisan 9 dengan kedalaman 57,70 meter kembali mengalami intrusi air laut.

Adapun kelebihan dalam penelitian ini yaitu dapat membantu masyarakat setempat

memberikan informasi data geolistrik dalam pembuatan sumur bor untuk mengetahui berapa kedalaman air tanah yang layak dikonsumsi dan batas kedalaman air yang mengalami intrusi air laut, karena beberapa warga di Kelurahan Salekoe ini mengatakan bahwa air sumur bornya rasanya seperti air tanah yang bercampur dengan air asin atau bisa dikatakan rasanya payau sehingga untuk keperluan minum hanya menggunakan air galon. Kelebihan lain dalam penelitian ini adalah alat geolistrik sudah tidak disewa lagi karena sudah difasilitasi oleh pihak kampus serta peralatannya yang relatif kecil dan ringan. Sedangkan kelemahan dalam melakukan penelitian ini yaitu harus mencari beberapa titik lokasi yang baik untuk menancapkan elektroda karena ada yang tanahnya agak berbatu dan sangat keras sehingga elektroda susah untuk ditancapkan, dan juga disekitaran lokasi terdapat kolam-kolam atau empang sehingga lokasi yang digunakan untuk penelitian berada di sekitar perumahan yang agak jauh dari empang dan tanahnya yang ditumbuhi rumput-rumput dan pepohonan.

Berdasarkan data hidrologi sumber air yang berada di Kelurahan Salekoe berasal dari air permukaan dan air tanah, baik air tanah dalam maupun air tanah dangkal, serta dari PDAM setempat. Sumber air permukaan yakni air sungai, rawa-rawa dan tambak.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan yaitu:

1. Daerah yang telah mengalami intrusi air laut terjadi pada lapisan 4-5 dengan kedalaman 5,57-9,78 meter dengan nilai resistivitas 3,98-5,40 Ω m, kemudian pada kedalaman 57,70 meter dengan nilai resistivitas 4,93 Ω .m kembali mengalami intrusi air laut.
2. Kedalaman air tanah yang tidak mengalami intrusi air laut terdapat pada lapisan 6-8 pada kedalaman 11,90-25,60 meter dengan nilai resistivitas 9,53- 69,70 Ω .m. Lapisan ini baik digunakan oleh warga pada pembuatan sumur bor untuk

mendapatkan air tanah yang layak di konsumsi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Pemerintah Kelurahan Salekoe dan masyarakat Kelurahan Salekoe yang membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kota Palopo. (2017). *Kota Palopo dalam Angka 2017*. Kota Palopo: Badan Pusat Statistik Kota Palopo.
- Hendrayana, H. (2002). Intrusi Air Asin ke dalam Akuifer di Daratan. *Geological Engineering Dept*, 1-15.
- Manrulu, R. H., & Nurfalaq, A. (2017). *Metode Geofisika (Teori dan Aplikasi)*. Kota Palopo: UNCP Press.
- Rejekiingrum, P. (2009). Peluang Pemanfaatan Air Tanah untuk Keberlanjutan. *Jurnal Sumberdaya Lahan Vol. 3 No. 2*, 85-96.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics*. New York: Cambridge University Press.