

ANALISIS WASTE MATERIAL PROYEK BERBASIS METODE PARETO DAN FAULT TREE ANALYSIS

A.A. Gde Ngurah Rama Diva¹, Ir. I Wayan Sudiasa, M.T², I Nyoman Ramia, ST.,MT³

¹ Prodi Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

² Prodi Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

³ Prodi Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

*Corresponding Author: Agungramadiva77@gmail.com

Abstrak: Pada setiap pekerjaan konstruksi bangunan, tidak akan terlepas dari salah satu komponen utamanya yakni material. Keterse-diaan material sebagai komponen penting pada suatu proyek konstruksi memiliki keterkaitan dengan anggaran biaya proyek. Sehingga secara tidak langsung memegang peranan penting dalam menunjang keberhasilan proyek. Namun pada setiap pelaksanaan proyek konstruksi bangunan, kemunculan sisa material tidak akan bisa dihindari. Pada proyek pembangunan Gedung Rusun ASPOL SANGLAH banyak dijumpai sisa material dalam pelaksanaan konstruksinya yang berdampak pada proyek itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis waste material dominan dengan menggunakan diagram Pareto, serta mengetahui penyebab-penyebab terjadinya waste material dengan menggunakan fault tree analysis (FTA). Dari hasil perhitungan diagram Pareto maka didapatkan waste material konstruksi dominan yaitu semen, besi ulir, ready mix k-350, keramik terracotta 30x60, cat tembok interior. Faktor-faktor penyebab terjadinya sisa material adalah faktor manusia, faktor pengukuran, dan faktor manajemen.

Kata Kunci: Waste Material, Pareto, Fault Tree Analysis, Rumah susun

Abstract: In every building construction work, it will not be separated from one of its main components, namely materials. The availability of materials as an important component in a construction project has a relationship with the project cost budget. So that indirectly plays an important role in supporting the success of the project. However, in every implementation of a building construction project, the appearance of leftover materials will be inevitable. In the construction project of the ASPOL SANGLAH Flat Building, there are many leftover materials in the implementation of construction that have an impact on the project itself. This research aims to analyse the dominant material waste by using Pareto diagram, and to find out the causes of material waste by using fault tree analysis (FTA). From the calculation of the Pareto diagram, the dominant construction material waste is obtained, namely cement, screw iron, ready mix k-350, terracotta 30x60 ceramics, interior wall paint. The factors that cause material waste are human factors, measurement factors, and management factors.

Keywords: Material Waste, Pareto, Fault Tree Analysis, Flat building

Informasi Artikel: Pengajuan Repository pada September 2022/ Submission to Repository on September 2022

Pendahuluan/ Introduction

Setiap pekerjaan konstruksi, tentu tak akan lepas dari salah unsur utamanya yaitu material. Material adalah suatu unsur yang digunakan sebagai penyusun struktur bangunan. Secara umum pada proyek pembangunan Gedung Rusun ASPOL Sanglah banyak dijumpai sisa material dalam pelaksanaan konstruksinya yang dapat menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan di sekitarnya yang diakibatkan oleh penyimpanan yang kurang baik dan pada proses penaruhan material tidak lakukan secara hati-hati. Material sisa pada konstruksi seringkali disebut waste material. Sisa material juga akan memberi dampak buruk bagi proyek konstruksi, terutama pada bagian biaya. Hampir sebagian dana dari pelaksanaan proyek diakomodasikan untuk material, sehingga jika ada material sisa pada proyek, maka akan memberikan kerugian. Sisa Material merupakan lebihnya jumlah material yang digunakan, tetapi tidak menambah value suatu pekerjaan

[1]. Material sisa dapat diartikan sebagai kelebihan dari yang sudah direncanakan baik itu berupa hasil pekerjaan maupun material konstruksi yang terbuang sehingga tidak bisa digunakan lagi [2].

Maka dari itu, penanggulangan waste material diharapkan bisa membuat pembiayaan suatu proyek menjadi terkontrol, dan tidak berpengaruh besar terhadap kerusakan lingkungan. Untuk mengetahui material apa saja yang menyebabkan sisa material digunakan metode Pareto, dengan prinsipnya yakni Pareto's law yang dapat digunakan sebagai media analisa jenis-jenis material yang menimbulkan waste, dan Fault Tree Analysis untuk menjabarkan faktor penyebab waste karena dapat menjabarkan penyebab suatu permasalahan secara lebih rinci.

Metode/ Method

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif. Penelitian ini dilakukan dengan cara mencari variabel - variabel yang memberikan dampak signifikan dalam mempengaruhi sebuah kejadian yang berkaitan terhadap waste.

Pengumpulan data primer berupa wawancara kepada pihak yang terlibat di lapangan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Dari wawancara ini diharapkan mendapatkan pemotongan yang optimal dalam menentukan penyebab dan tindakan yang dilakukan pada material yang mengalami waste dalam suatu pekerjaan.

Sedangkan, pengumpulan data sekunder berupa data rencana anggaran biaya (RAB), laporan harian, dan gambar kerja. digunakan untuk pengolahan data agar mendapatkan total jumlah material yang mengalami waste tertinggi dari segi biaya.

Hasil dan Pembahasan/ Result and Discussion

Setelah data diperoleh, langkah pertama yaitu menghitung jumlah volume penggunaan material yang sudah direncanakan pada RAB pada tiap tiap pekerjaan yang berkaitan. Hasil dari perhitungan volume penggunaan material dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Perhitungan Volume Material

NO	NAMA MATERIAL	SATUAN	VOLUME
1	Bata ringan	bh	42070.46
2	Semen	kg	218534.29
3	Pasir pasang	m3	687.47
4	Keramik 20x25	m2	606.17
5	Keramik 20x20	m2	130.85
6	Keramik 40x40	m2	2754.32
7	Keramik 30x30	m2	588.43
8	Granit 60x60	m2	62.41
9	Keramik terracota 30x60	m2	1334.44
10	Batu andesit/alam	m2	230.54
11	Pasir cor	m3	82.18
12	Besi polos	kg	3841.59
13	Besi ulir	kg	351871.46
14	Besi hollow	m'	5959.83
15	List plafond pvc	m'	2205.65
16	Penutup plafond pvc	m2	12956.15
17	Ready mix K-350	m3	1751.32
18	Cat tembok interior	kg	1606.25
19	Cat temok eksterior	kg	515.05
20	Plamir	kg	815.89
21	Koral	m3	5.05

Sumber : Hasil Pengolahan Data Skripsi 2022

Setelahnya, langkah kedua adalah perhitungan jumlah material pemesanan yang didatangkan, dengan acuan laporan harian dan pengamatan langsung ke lapangan, lalu langkah ketiga yaitu menggabungkan hasil perhitungan volume material terpasang dengan material siap pakai (yang didatangkan). Langkah ke empat yaitu menghitung harga dari biaya sisa material dengan cara volume sisa dikurangi dengan harga satuan material. Adapun hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Jumlah Material Datang

NO	MATERIAL	SATUAN	VOLUME MATERIAL			HARGA PER SATUAN MATERIAL (RP)	BIAYA SISA MATERIAL (RP)
			SIAP PAKAI A	TERPASANG B	SISA C=A-B		
1	Bata ringan	bh	42144	42070.46	73.54	Rp 8,000.00	Rp 588,326.40
2	Semen	kg	221450	218534.29	2915.71	Rp 1,100.00	Rp 3,207,281.00
3	Pasir pasang	m3	689	687.47	1.53	Rp 150,450.00	Rp 230,188.50
4	Keramik 20x25	m2	610	606.17	3.84	Rp 45,000.00	Rp 172,575.00
5	Keramik 20x20	m2	140	130.85	9.15	Rp 40,000.00	Rp 365,960.00
6	Keramik 40x40	m2	2840	2754.32	85.68	Rp 2,400.00	Rp 205,634.40
7	Keramik 30x30	m2	600	588.43	11.57	Rp 46,500.00	Rp 537,981.75
8	Granit 60x60	m2	65	62.41	2.59	Rp 120,000.00	Rp 310,560.00
9	Keramik terracota 30x60	m2	1365	1334.44	30.56	Rp 116,000.00	Rp 3,544,426.40
10	Batu andesit/alam	m2	236	230.54	5.46	Rp 112,800.00	Rp 615,955.68
11	Pasir cor	m3	87	82.18	4.82	Rp 192,000.00	Rp 926,144.64
12	Besi polos	kg	3866	3841.59	24.41	Rp 7,000.00	Rp 170,849.00
13	Besi ulir	kg	352461	351871.46	589.54	Rp 7,200.00	Rp 4,244,659.20
14	Besi hollow	m'	6100	5959.83	140.17	Rp 4,183.00	Rp 586,335.29
15	List plafond pvc	m'	2220	2205.65	14.35	Rp 10,000.00	Rp 143,500.00
16	Penutup plafond pvc	m2	12960	12956.15	3.85	Rp 12,000.00	Rp 46,200.00
17	Ready mix K-350	m3	1756	1751.32	4.68	Rp 810,000.00	Rp 3,790,800.00
18	Cat tembok interior	kg	1650	1606.25	43.75	Rp 52,500.00	Rp 2,296,801.50
19	Cat temok eksterior	kg	520	515.05	4.95	Rp 60,500.00	Rp 299,341.90
20	Plamir	kg	820	815.89	4.11	Rp 13,500.00	Rp 55,539.00
21	Koral	m3	5.2	5.05	0.15	Rp 147,500.00	Rp 22,420.00
TOTAL SISA							Rp 22,361,479.66

Sumber : Hasil Pengolahan Data Skripsi 2022

Setelahnya, langkah ke lima yaitu perhitungan waste material dominan pada proyek, sebelum melakukan perhitungan, pertama kali diurutkan dari biaya waste material terbesar ke terkecil. Kemudian mencari bobot tiap material dengan rumus :

$$\text{bobot material (\%)} = \frac{\text{biaya waste material}}{\text{total biaya}}$$

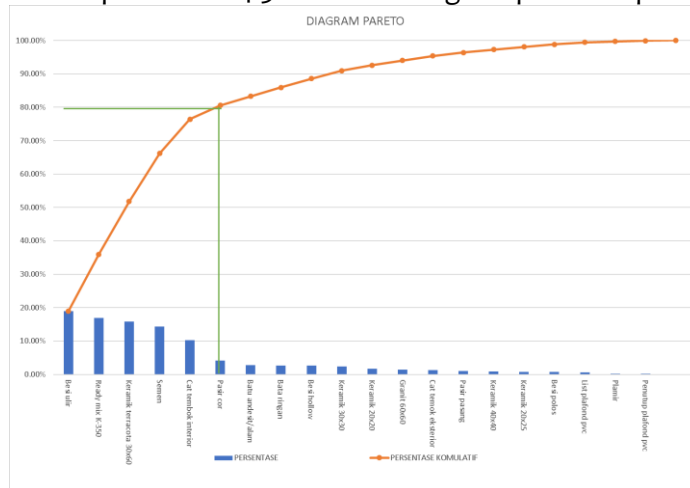
Hasil dari analisis ini dapat dilihat pada Tabel 4.3 :

Tabel 4.3 Bobot Material

NO	MATERIAL	BIAYA SISA MATERIAL (RP)	PERSENTASE	PERSENTASE KOMULATIF
1	Besi ulir	Rp 4,244,659.20	18.98%	18.98%
2	Ready mix K-350	Rp 3,790,800.00	16.95%	35.93%
3	Keramik terracota 30x60	Rp 3,544,426.40	15.85%	51.78%
4	Semen	Rp 3,207,281.00	14.34%	66.13%
5	Cat tembok interior	Rp 2,296,801.50	10.27%	76.40%
6	Pasir cor	Rp 926,144.64	4.14%	80.54%
7	Batu andesit/alam	Rp 615,955.68	2.75%	83.30%
8	Bata ringan	Rp 588,326.40	2.63%	85.93%
9	Besi hollow	Rp 586,335.29	2.62%	88.55%
10	Keramik 30x30	Rp 537,981.75	2.41%	90.95%
11	Keramik 20x20	Rp 365,960.00	1.64%	92.59%
12	Granit 60x60	Rp 310,560.00	1.39%	93.98%
13	Cat temok eksterior	Rp 299,341.90	1.34%	95.32%
14	Pasir pasang	Rp 230,188.50	1.03%	96.35%
15	Keramik 40x40	Rp 205,634.40	0.92%	97.27%
16	Keramik 20x25	Rp 172,575.00	0.77%	98.04%
17	Besi polos	Rp 170,849.00	0.76%	98.80%
18	List plafond pvc	Rp 143,500.00	0.64%	99.44%
19	Plamir	Rp 55,539.00	0.25%	99.69%
20	Penutup plafond pvc	Rp 46,200.00	0.21%	99.90%
21	Koral	Rp 22,420.00	0.10%	100.00%
TOTAL		Rp 22,339,059.66		

Sumber : Hasil Pengolahan Data Skripsi 2022

Setelahnya, langkah ke enam adalah penggambaran diagram pareto, diagram pareto dapat dibuat apabila telah melakukan pengolahan data pada table 4.3. Hasil dari diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 4.1 :



Gambar 4.1 Diagram Pareto

Waste material konstruksi dominan didapatkan dengan menarik garis lurus pada axis 80% hingga memotong garis kurva, kemudian titik perpotongan tersebut ditarik ke bawah. Untuk menentukan material apa saja yang akan dilakukan identifikasi lanjutan maka dipilihlah material yang memiliki % komulatif $\leq 80\%$ sesuai dengan konsep Pareto yakni 80% :20%. Waste material konstruksi dominan pada proyek ini yakni besi ulir, ready mix k-350, keramik terracota 30x60, semen, cat tembok interior

Setelahnya, langkah ke tujuh perhitungan waste level. Tujuan dari perhitungan waste level ini untuk mengestimasi jumlah sisa material yang terbuang dalam suatu proyek. Berdasarkan hasil dari perhitungan

waste level maka dapat diestimasi besaran kerugian biaya terhadap nilai kontrak konstruksi (waste cost) yang selanjutnya dapat dijadikan sebagai kontrol biaya. Perhitungan waste level ini dihitung dengan menggunakan metode pendekatan dengan rumus :

$$Waste\ level\ (\%): \frac{volume\ logistik - volume\ terpasang}{volume\ logistik} \times 100\%$$

Hasil perhitungan waste level dapat dilihat pada Tabel 4.4 :

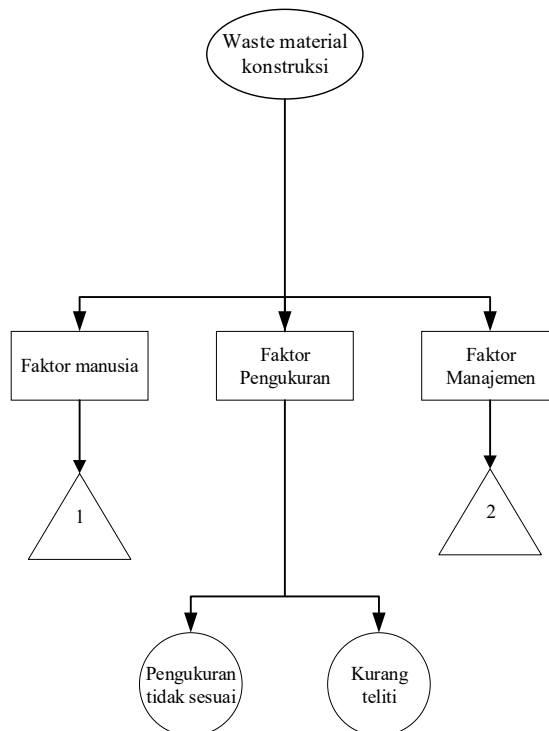
Tabel 4.4 Waste Level

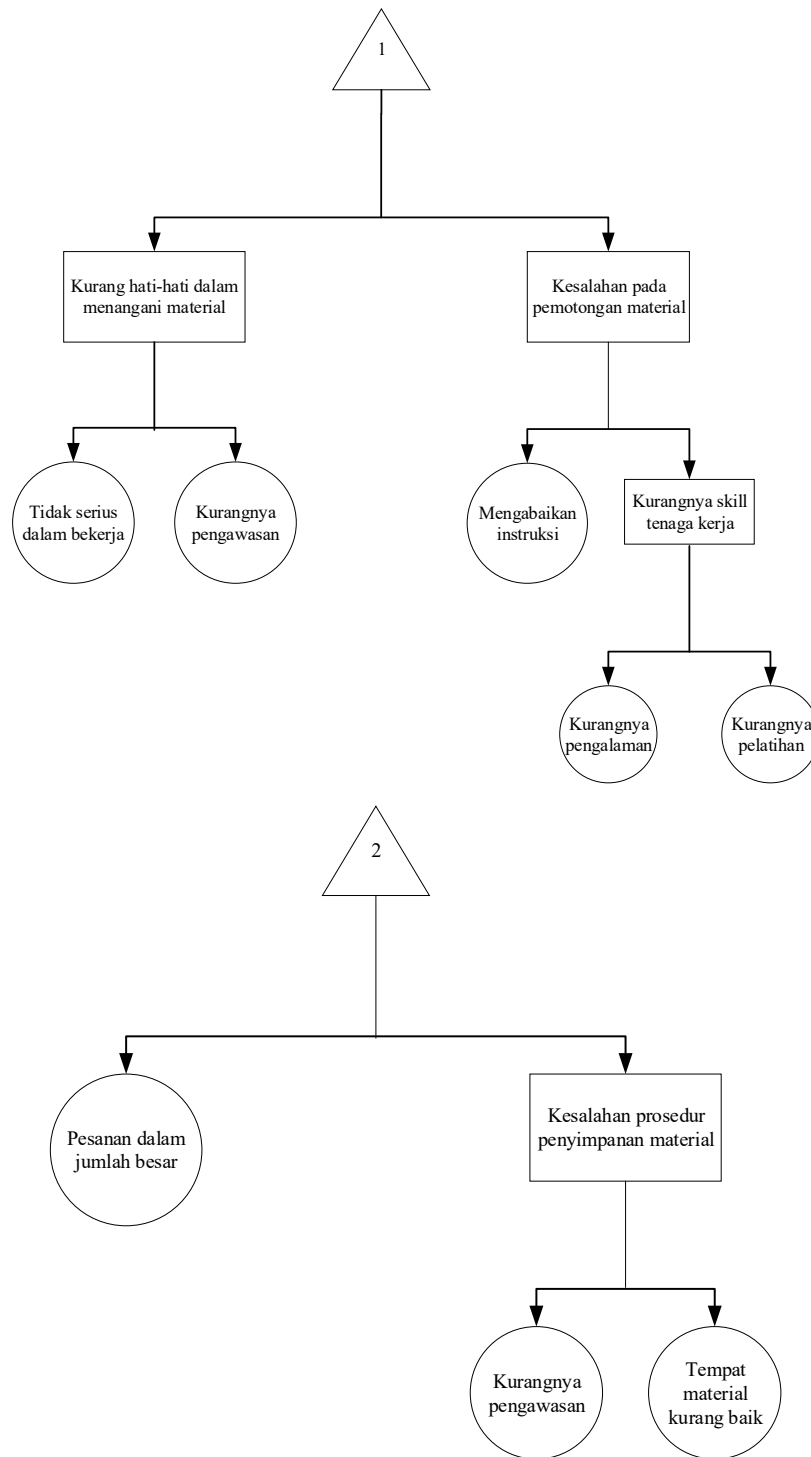
NO	MATERIAL	VOLUME LOGISTIK	VOLUME TERPASANG	VOLUME WASTE	WASTE LEVEL
1	besi ulir	352461	351871.464	589.536	0.2%
2	Ready mix K-350	1756	1751.32	4.68	0.3%
3	Keramik terracota 30x60	1365	1334.4446	30.5554	2%
4	Semen	221450	218534.29	2915.71	1%
5	Cat tembok interior	1650	1606.2514	43.7486	3%
6	Pasir cor	87	82.17633	4.82367	6%

Sumber : Hasil Pengolahan Data Skripsi 2022

Setelahnya, langkah ke delapan adalah penggambaran Fault tree analysis, dimulai dari penentuan Top event, yang dimana dijadikan tujuan besar dari penggambaran dari bagan ini. Setelahnya menganalisa faktor penyebab waste yang didapat dari hasil wawancara dengan pihak proyek. Tujuannya untuk menentukan intermediate event dan basic event. Setelahnya digambarkan bagan dari FTA. Adapun hasil dari penggambaran ini dapat dilihat pada Gambar 4.2 :

Gambar 4. 2 fault tree analysis waste material dominan





Gambar 4. 2 fault tree analysis waste material dominan

Simpulan/ Conclusion

1. Pada analisis waste material ini pengontrolan dilakukan pada jenis direct waste (limbah langsung) dan in-direct waste (limbah tidak langsung). Berdasarkan hasil analisis menggunakan diagram Pareto, waste material konstruksi pada proyek pembangunan Asrama Polisi Sanglah adalah besi ulir, ready mix k-350, keramik terracota 30x60, semen, cat tembok interior, pasir cor.

2. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya waste material pada proyek pembangunan Asrama Polisi Sanglah berdasarkan fault tree analysis adalah:

1. Faktor Manusia (Man)

2. Faktor Pengukuran (Measure)
3. Faktor Manajemen (Management)
3. Tindakan yang dapat dilakukan untuk meminimalkan waste material konstruksi dominan pada proyek pembangunan Asrama Polisi Sanglah adalah :
 - a. Melakukan pengarahan sebelum memulai pekerjaan agar tidak ada kesalahan dalam komunikasi antar pengawas dan pekerja.
 - b. Pekerja harus lebih teliti dalam proses pengukuran.
 - c. Melakukan pengawasan pada saat pekerja melakukan pekerjaannya.
 - d. Meningkatkan koordinasi pengawasan terhadap pembelian, penyimpanan, dan pengeluaran material

Ucapan Terima Kasih/ Acknowledgment

Dalam menyusun skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE. M.eCom selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I. Wayan Sudiasa, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak Made Sudiarsa, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak Ir. I Wayan Sudiasa, MT. selaku pembimbing pertama
5. Bapak I Nyoman Ramia, ST., MT selaku pembimbing kedua
6. Keluarga, rekan – rekan yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Referensi/ Reference

Penulisan daftar pustaka di bagian akhir makalah. Seluruh pustaka yang disitasi harus dituliskan pada Daftar Pustaka (dan sebaliknya). Penulisan daftar pustaka hendaknya hindari dari website/ blogspot. Sumber daftar pustaka 80% dari jurnal atau prosiding, dan 20% dari buku. Tahun untuk sumber daftar pustaka dari jurnal yaitu 10 tahun terakhir. Daftar pustaka minimal terdiri atas 10 referensi. Daftar pustaka ditulis dengan mengikuti tata tulis dengan format IEEE menggunakan aplikasi Mendeley sebagai berikut:

Journal Article

- [1] M. T. Kimour and D. Meslati, “Deriving objects from use cases in real-time embedded systems,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 47, pp. 533–541, 2005.

Published in Conference Proceeding

- [2] A. A. N. M. Narottama, K. Amerta Yasa, I. W. Suwardana, A. A. N. G. Saptaka, and P. S. Priambodo, “Analysis of AC and DC lighting systems with 150-watt peak solar panel in Denpasar based on NASA data,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2018, vol. 953, no. 1.

Book

- [1] Asyanto, *Manajemen Produksi Untuk Jasa Kontruksi*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2010.
- [2] J. Illingworth, *Construction Methods And Planning*, London: E & FN Spon, 1998.