

## PENGUNAAN DAN HAMBATAN *GREEN MATERIAL* PADA PERUMAHAN SEDERHANA DI KOTA SURABAYA DAN SEKITARNYA

Christian Chandra<sup>1</sup>, Hans Christian Lianto<sup>2</sup>, Herry Pintardi Chandra<sup>3</sup>, and Suhendro Ratnawidjaja<sup>4</sup>

**ABSTRAK :** Selama proses konstruksi berlangsung pasti akan menimbulkan limbah konstruksi akibat material sisa. Dari hasil penelitian ditemukan bahwa material konstruksi menyumbang 15-30% dari sampah kota. Akibat dari limbah konstruksi dapat meningkatkan pemanasan global dan perubahan iklim dunia dalam bentuk emisi gas kaca. Maka dari perlu diatasi dengan menerapkan konsep *green building*. Upaya yang dapat dilakukan pada konsep *green building* yang paling mudah adalah penggunaan *green material*. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *green material* apa yang sering digunakan serta apa saja hambatan dalam penggunaan *green material* pada perumahan sederhana. Data penelitian diperoleh melalui penyebaran kuesioner pada para responden dari perusahaan developer dan perusahaan kontraktor perumahan sederhana di Surabaya dan sekitarnya. Analisis data dilakukan menggunakan Analisis Mean dan Analisis *Paired Sample T-Test*. Hasil analisis data menunjukkan material yang paling sering digunakan adalah semen portland komposit dan disusul oleh kayu dan bata ringan. Terdapat beberapa hambatan yang berpengaruh pada masing-masing *green material* yang dipilih. Tidak hanya itu juga di sisi lain terdapat perbedaan hambatan penggunaan material *fly ash* pada kesulitan dalam mendapatkan bahannya dari sudut pandang perusahaan developer perumahan dan perusahaan kontraktor pada perumahan.

**KATA KUNCI:** *green material*, *green building*, tingkat keseringan penggunaan , hambatan, perumahan

### 1. PENDAHULUAN

Material bangunan berkontribusi besar dalam dunia konstruksi. Material pada pembangunan konstruksi berkontribusi sebesar 40-60% dari seluruh biaya konstruksi. Pada proses berjalannya konstruksi pasti akan menimbulkan limbah konstruksi akibat material sisa. Sumbangan yang diberikan oleh limbah konstruksi berpengaruh pada pemanasan global dan perubahan iklim dunia dalam bentuk emisi gas kaca (Brook, K.A. *et.al.*, 1994).

Isu-isu pencemaran lingkungan tersebut perlu diatasi, maka dari itu banyak orang memunculkan ide untuk menerapkan konsep *green building*. merupakan suatu bangunan yang memenuhi persyaratan bangunan dan memiliki kinerja terukur secara signifikan dalam penghematan energi, air dan sumber lainnya yang efisien sejak perencanaan, pelaksanaan, konstruksi, pemanfaatan, pemeliharaan, sampai dekonstruksi sehingga tidak berdampak negatif pada lingkungan (Nasir, 2015). Salah satu bentuk upaya dalam menerapkan konsep *greenbuilding* adalah pemilihan materialnya. Pemilihan material bangunan tersebut harus bersifat *green*. Yang dimana konsep *green* sendiri diaplikasikan pada pengurangan penggunaan energi seperti energi listrik, *low energy house* dan *zero energy building*.

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, b11170133@john.petra.ac.id

<sup>2</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21415071@john.petra.ac.id

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, herpin@petra.ac.id

<sup>4</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, suhendro@petra.ac.id

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Pengertian *Green Material*

*Green material* adalah bahan yang menggunakan sumber daya alam yang terdiri dari elemen terbarukan. Selain itu *green material* juga menggunakan bahan dari daur ulang ataupun bahan yang juga dapat didaur ulang kembali. Tidak hanya itu juga, *green material* juga harus mengandung material tidak beracun, dapat hemat energi dan hemat penggunaan air (Spiegel & Meadows, 2006). Pengertian *green material* tidak terbatas pada bahan bangunan yang ramah lingkungan tetapi juga akan terkait dengan aspek asal bahan, proses produksi, pengangkutan dan pemasangan pada bangunan.

Kinerja bahan *green material* sama seperti material bangunan konvensional, yang bervariasi sesuai dengan daya tahan material, aplikasi material, dan perawatannya. Biasanya, *green material* memungkinkan lebih banyak inspeksi dari pada material konvensional karena umumnya lebih baru sehingga jarang yang menggunakannya (Froeschle, 1999).

### 2.2. Kriteria *Green Material*

Sebelum menentukan *green material* apa saja yang akan dipakai untuk diteliti lebih lanjut, maka perlu menentukan kriteria yang menyebutkan bahwa itu merupakan salah satu *green material*. Variabel kriteria *green material* ditunjukkan pada **Tabel 1**

**Tabel 1. Variabel Kriteria *Green Material***

| KRITERIA GREEN BUILDING MATERIAL |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No                               | Kriteria <i>Green Building Material</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1                                | <i>Recycled content</i>                 | v | v |   | v |   |   |   |   |
| 2                                | <i>Recyclable materials</i>             | v | v |   | v | v | v | v | v |
| 3                                | <i>Reusable components</i>              | v | v | v | v | v | v |   |   |
| 4                                | <i>Renewable sources</i>                | v | v | v | v | v | v | v | v |
| 5                                | <i>Durable materials</i>                | v | v |   | v |   |   |   |   |
| 6                                | <i>By product waste</i>                 |   | v |   |   | v |   | v |   |

Referensi studi literatur

1. Froeschle, L. M. (1999)
2. Mehta G, Mehta A, Sharma B (2014)
3. GBCI *greenhip rating tools* versi 1.3
4. Mehta, et al (2014)
5. Sheth, K.N. (2016)
6. Yunlu Li (2013)
7. Frick & Suskiyanto (2007)

Berikut adalah penjelasan pada masing masing variable yang digunakan :

1. *Recycled content*: Produk yang bisa teridentifikasi sebagai *recycled content*.
2. *Recyclable materials*: Material bisa di *recycle* pada akhir tahun pemakaian.
3. *Reusable components*: Komponen pada bangunan bisa digunakan kembali.
4. *Renewable sources*: Material yang terbarukan berasal dari alam.
5. *Durable materials*: Material setara dengan material konvensional dari sisi *life time*.
6. *By product waste*: Limbah yang dihasilkan oleh industri yang meliputi segala bahan yang menjadi tidak berguna selama proses beroperasinya industri

### 2.3 List Green Material

Berdasarkan Studi literatur diatas, peneliti menentukan *green material* apa saja yang akan diteliti serta kriteria *green material* yang terpenuhi dan referensinya pada **Tabel 2**

**Tabel 2. List Green Material dan Kriteria Green Material yang Terpenuhi**

| No | Material                 | Kriteria Green Material |                      |                     |                   |                   |                  |
|----|--------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|
|    |                          | Recycled content        | Recyclable materials | Reusable Components | Renewable sources | Durable materials | By product waste |
| 1  | Kayu                     |                         | v                    | v                   | v                 |                   | -                |
| 2  | Bata Ringan              |                         |                      |                     |                   |                   | v                |
| 3  | Bata Merah               |                         |                      |                     | v                 |                   |                  |
| 4  | <i>Cold Formed Steel</i> | v                       | v                    |                     |                   | v                 |                  |
| 5  | <i>Fly Ash</i>           |                         |                      |                     |                   |                   | v                |
| 6  | Semen Portland Komposit  |                         |                      |                     |                   |                   | v                |

Referensi studi literatur

1. Kayu: Frick, 2004
2. Bata merah: SNI 15-2094-2000
3. *Cold formed steel*: Billah *et al*, 2019
4. *Fly Ash*: ASTM C618
5. Semen portland komposit: SNI 15- 7064-2004

### 2.4 Hambatan Penggunaan Green Material

Setiap masing-masing *green material* pasti terdapat hambatan dalam penggunaannya. Hambatan pada masing – masing *green material* yang dipakai dalam penelitian ini bisa dilihat di **Tabel 3** berserta sumber referensinya.

**Tabel.3 Hambatan Penggunaan Green Material dan Refrensi Studi Literatur**

| Material                      | Hambatan   | Refrensi                   |
|-------------------------------|--|----------------------------|
| Kayu                          | Umur pemakaian kayu yang terbatas  | Budhi & Iriawan, 2008      |
|                               | Dibutuhkan perawatan dan pengecekan pada kayu                              |                            |
|                               | sulit untuk mendapatkan kualitas kayu yang memenuhi persyaratan            |                            |
| Bata Ringan                   | penggunaan bata ringan di bidang yang kecil menimbulkan material sisa      | Herianto & Malingkas, 2020 |
|                               | Kurangnya permintaan penggunaan bata ringan dari developer                 |                            |
| Bata Merah                    | Diperlukan waktu pekerjaan pemasangan yang lebih lama                      | Digor, 2009                |
|                               | Kurangnya permintaan penggunaan bata merah dari developer                  |                            |
| Fly ash                       | Kemudahan mendapatkan bahan fly ash  | Husin, 1998                |
|                               | Dibutuhkan pemahaman terkait perbandingan campuran fly ash                 |                            |
|                               | <i>fly ash</i> dengan jumlah yang banyak, maka waktu pengerasan lebih lama |                            |
|                               | pengendalian mutu pada campuran yang menggunakan bahan <i>fly ash</i>      |                            |
| Semen Portland Komposit (PCC) | Kurangnya minat penggunaan material  | Williams & Dair 2007       |

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian diawali dengan cara penyebaran kuesioner. Kuesioner ini merupakan instrument untuk pengumpulan data dan data yang didapat merupakan data primer. Desain kuesioner terdiri dari 2 bagian. Bagian pertama adalah pendahuluan untuk mengetahui profil responden. Untuk bagian kedua adalah penilaian responden terhadap keseringan penggunaan *green material* pada perumahan sederhana di Surabaya dan sekitarnya. Dan bagian yang ketiga adalah penilaian responden terhadap hambatan penggunaan pada *green material* tersebut. Jawaban kuesioner menggunakan skala likert 1-5 dimana skala 1 adalah sangat tidak setuju hingga skala 5 yang sangat setuju. Data yang telah terkumpul kemudian diolah lebih lanjut dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 25. Untuk langkah selanjutnya setelah mengumpulkan data, dilakukan uji validitas dan realibilitas untuk mengetahui apakah kuesioner ini sudah layak atau tidak. Validitas dapat diuji dengan cara mencari nilai R hitung. Dikatakan valid apabila nilai R hitung lebih besar daripada nilai R-tabel. Sementara, untuk uji reliabilitas digunakan nilai *cronbach alpha*. Jika nilai *cronbach alpha* > 0.6 maka kuesioner dapat dikatakan reliabel. Jika validitas dan realibilitas sudah memenuhi syarat, dapat dikatakan bahwa kuesioner telah layak dan dapat dimengerti oleh responden. Analisa untuk mengetahui tingkat keseringan dan hambatan yang mempengaruhi dalam pemilihan *green material* pada perumahan sederhana menggunakan analisis *mean*. Didapatkan total 41 responden dari perusahaan developer perumahan dan 38 responden dari perusahaan kontraktor.

### 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### Analisa Uji Validitas

Dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 25, pada *green material* yang sering digunakan dan hambatan pada masing masing *green material* memiliki nilai r-hitung yang lebih besar dari r-tabel. Total responden yang didapatkan 79, maka r-tabel adalah sebesar 0.2213 .

#### 4.1. Analisa Uji Reliabilitas

Dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 25, didapatkan bahwa hasil Cronbach's alpha pada setiap formulasi dan implementasi yang ditinjau memiliki nilai yang lebih besar dari 0,6, sehingga dapat disimpulkan bahwa konsistensi jawaban responden termasuk dalam kategori bagus sehingga data dapat dipercaya.

#### 4.2. Analisa Deskriptif

##### 4.2.1. Analisis Tingkat Keseringan Penggunaan *Green Material* pada Perumahan Sederhana

Setelah semua data terkumpul maka hal selanjutnya yang dilakukan adalah mencari nilai *mean* (rata-rata). Untuk mengetahui *green material* mana saja yang paling sering digunakan pada perumahan di Kota Surabaya dan sekitarnya, maka dilakukan analisis mean (rata-rata) pada keseluruhan data responden. Nilai mean dari data responden ini dicari dengan tujuan untuk mengetahui peringkat atau urutan *green material* mana yang paling sering digunakan. Analisis mean dilakukan dengan menggunakan skala Likert yang memiliki skala 1-5, (1=tidak pernah, 2=Jarang, 3=Netral, 4= Sering, 5=Sangat Sering).

**Tabel 4. Tingkat Keseringan Penggunaan *Green Material* pada Perumahan Sederhana**

| No  | Material                | Mean | Rank | Gambar grafik |
|-----|-------------------------|------|------|---------------|
| 1.1 | Kayu                    | 4,38 | 2    |               |
| 1.2 | Bata Ringan             | 3,97 | 3    |               |
| 1.3 | Bata Merah              | 2,62 | 5    |               |
| 1.4 | Cold formed steel       | 3,65 | 4    |               |
| 1.5 | Fly Ash                 | 1,7  | 6    |               |
| 1.6 | Semen Portland Komposit | 4,48 | 1    |               |

Pada **Tabel 4** dapat dilihat tingkat keseringan penggunaan *green material* pada perumahan di Kota Surabaya dan sekitarnya berdasarkan total responden. Diketahui bahwa semen *portland* komposit merupakan peringkat pertama penggunaan *green material* yang paling sering digunakan dengan nilai *mean* 4.48. Selain itu, penggunaan *green material* yang paling sering digunakan adalah kayu (nilai *mean* 4.38) dan disusul oleh bata ringan (nilai *mean* 3.97). Sementara itu, penggunaan yang jarang digunakan adalah *cold formed steel* (nilai *mean* 3.65), bata merah (nilai *mean* 2.62), dan *fly ash* (nilai *mean* 1.7).

#### 4.2.2. Analisis Hambatan dalam Penggunaan *Green Material* pada Perumahan Sederhana

Apabila data - data telah terkumpul, maka dilakukan pencarian nilai *mean* atau nilai rata - rata dari jawaban yang telah dapat dari responden. Tujuannya untuk mengetahui urutan hambatan dalam mengadopsi *green material* pada perumahan secara keseluruhan. Maka dari itu, dalam analisis ini responden menjawab kuesioner berdasarkan pengalaman pribadi dengan skala 1 - 5 ( 1= Sangat tidak setuju; 2= Tidak setuju; 3= Netral; 4= Setuju; 5= Sangat Setuju).

**Tabel 5. Hasil Analisis *Mean* pada Total Responden Hambatan Penggunaan *Green Material***

| Material                 | Hambatan   | Mean | Rank |
|--------------------------|--|------|------|
| Kayu                     | Umur pemakaian kayu yang terbatas  | 4.06 | 1    |
|                          | Dibutuhkan perawatan dan pengecekan pada kayu  | 3.98 | 2    |
|                          | sulit untuk mendapatkan kualitas kayu yang memenuhi persyaratan                                  | 3.94 | 3    |
| Bata Ringan              | penggunaan bata ringan di bidang yang kecil menimbulkan material sisa                            | 4.53 | 1    |
|                          | Kurangnya permintaan penggunaan bata ringan dari developer                                       | 4.39 | 2    |
| Bata Merah               | Diperlukan waktu pekerjaan pemasangan yang lebih lama  | 4.56 | 1    |
|                          | Kurangnya permintaan penggunaan bata merah dari developer  | 4.43 | 2    |
| <i>Cold formed steel</i> | Diperlukan teknik pelaksanaan yang lebih teliti terutama pada sambungan <i>cold formed steel</i> | 4.35 | 1    |
|                          | Dibutuhkan proteksi anti karat pada <i>cold formed steel</i>                                     | 4.22 | 3    |
|                          | Kurangnya permintaan dari developer pada <i>cold formed steel</i>                                | 4.24 | 2    |
| <i>Fly Ash</i>           | Kesulitan dalam mendapatkan bahan <i>fly ash</i>   | 4.12 | 4    |
|                          | Dibutuhkan pemahaman terkait perbandingan campuran <i>fly ash</i>                                | 4.15 | 3    |
|                          | <i>fly ash</i> dengan jumlah yang banyak, maka waktu pengerasan lebih lama                       | 4.24 | 1    |
|                          | pengendalian mutu pada campuran yang menggunakan bahan <i>fly ash</i>                            | 4.22 | 2    |
| Semen Portland Komposit  | Kurangnya permintaan penggunaan semen portland komposit dari developer                           | 2.16 | 1    |

Pada **Tabel 5**. Menunjukkan hasil analisis *mean* pada total responden hambatan penggunaan *green material*. Umur pemakaian material kayu yang terbatas dibanding dengan material berbahan besi menduduki peringkat yang pertama dengan nilai *mean* 4.06. Selain umur pemakaian kayu, bahan lain pengganti kayu seperti besi relatif lebih murah dan mutu tidak kalah. Dari sisi lain, untuk mendapatkan kayu dengan mutu tinggi harganya semakin tidak terjangkau. Sedangkan hambatan pada bata ringan, penggunaan di bidang yang kecil akan banyak menimbulkan material sisa karena ukuran bata ringan yang besar yang harus dipotong - potong merupakan nilai tertinggi dengan nilai *mean* 4.53. Alternatif yang dilakukan untuk menutupi hambatan pada beton ringan tersebut dengan cara dikombinasikan dengan bata merah untuk luas bidang yang kecil (Tjakra & Malingkas, 2020). Hambatan penggunaan bata merah memerlukan waktu pekerjaan pemasangan yang lebih lama dibandingkan dengan bata ringan merupakan nilai *mean* yang terbesar dengan nilai 4.56. Penyebab waktu pemasangan lebih lama karena ukurannya yang kecil. Selain itu, bata merah harus direndam dahulu sebelum dipasang, sehingga lebih banyak waktu yang terbuang (Pradana & Nugraheni, 2019). Hambatan pada *cold formed steel* berdasarkan hasil analisis *mean* adalah diperlukan teknik pelaksanaan yang lebih teliti terutama pada sambungan dengan nilai *mean* 4.35. Hal ini disebabkan karena ketebalan *cold formed steel* yang tipis, sehingga sistem

sambungan dan pengelasan konvensional belum tentu sesuai (Billah *et al*, 2019). Hambatan utama pada penggunaan *fly ash* dengan jumlah yang banyak perlu membutuhkan waktu pengerasan yang lebih lama dengan nilai *mean* 4,24. Waktu pengerasan yang lebih lama disebabkan karena terjadi reaksi pozzolan. Hambatan pada semen portland terkait minat memiliki nilai *mean* sebesar 2.16. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan semen portland komposit sudah pasti digunakan dikarenakan penggunaan material semen portland komposit untuk menggantikan semen portland tipe I. Hal ini juga dibuktikan dengan tuntutan dari protokol Kyoto dimana protokol Kyoto adalah sebuah amandemen terhadap konvensi rangka kerja PBB tentang perubahan iklim (UNFCCC), yaitu sebuah persetujuan internasional mengenai pemanasan global. Negara-Negara yang mengesahkan protokol tersebut berkomitmen untuk mengurangi emisi/ pengeluaran karbon dioksida. Produksi semen merupakan salah satu penyumbang efek rumah kaca yang terbesar (Irawan, 2013).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah kami lakukan melalui penyebaran kuesioner, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Pada perumahan sederhana, penggunaan *green material* yang paling sering digunakan yaitu semen portland komposit dan disusul oleh kayu dan bata ringan.
2. Hambatan utama dalam penggunaan material kayu secara keseluruhan adalah karena umur pemakaian terbatas dibandingkan dengan material berbahan besi dengan nilai.
3. Yang menjadi hambatan utama dalam penggunaan material bata ringan adalah penggunaan bata ringan dibidang kecil akan menimbulkan material sisa.
4. Sedangkan hambatan utama dalam penggunaan bata merah adalah waktu pekerjaan yang lebih lama daripada pemasangan dinding menggunakan bata ringan.
5. Untuk hambatan pada *cold formed steel* yang menjadi alasan utama untuk tidak mau menggunakan material tersebut yaitu karena diperlukan teknik pelaksanaan yang lebih teliti terutama pada sambungan.
6. Pada material *fly ash* yang menjadi hambatan utama dalam penggunaan adalah waktu pengerasan lebih lama apabila menggunakan *fly ash* terlalu banyak.
7. Untuk semen portland komposit tidak terdapat hambatan karena penggunaan semen portland komposit sudah pasti digunakan dikarenakan penggunaan material semen portland komposit untuk menggantikan semen portland tipe I

### 5.2. Saran

Melalui penelitian yang sudah dilakukan, disarankan pada penelitian selanjutnya untuk menambah jumlah proyek yang diteliti. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat dilakukan di luar Surabaya dan sekitarnya. Dan diharapkan dapat melakukan wawancara secara lebih detail dalam membahas terkait hambatan dalam penggunaan *green material*. Bertujuan untuk mengetahui penggunaan *green material* di luar area Surabaya dan sekitarnya. Serta dapat memperbarui dan menciptakan variabel baru yang lebih mengarah ke lapangan. Dan juga diharapkan dapat memberikan hasil penelitian yang lebih komprehensif.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 618 : 304. (1995). *American Society for Testing and Materials*, ASTM Book of Standards, Amerika Serikat.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *SNI 15- 2094-2000 Bata Merah*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *SNI 15- 7064-2004 Semen Portland Komposit*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Billah, M., Mofizul Islam, M., & Ali, R. B. (2019). "Cold Formed Steel Structure: An Overview." *World Scientific News*. Vol.118, 59-73.

- Brooks, K. A., Adams, C., & Demsetz, L. A. (1994). "Germany's Construction and Demolition Debris Recycling Infrastructure: What Lessons Does it Have for The US." *In First Conference of CIB TG*. Vol. 16, 647-656.
- Frick, H. & Suskiyatno, FX. B. (2007). *Dasar-Dasar Arsitektur Ekologis*.
- Irawan, R. R. (2013). *Semen Portland di Indonesia untuk Aplikasi Beton Kinerja Tinggi*, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Froeschle, Lynn M. (1999), "Environmental Assessment and Specification of Green Building Materials." *The Construction Specified*, Vol.1, 53.
- Mehta, G., Mehta, A., & Sharman, B. (2014). "Selection of Materials for Green Construction: A Review." *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, Vol.11, No.6, 80-83.
- Nasir, R. Y. (2015). "Sekilas Tentang Green Building Teknologi Bangunan Hijau." *Engineer Weekly*. Vol.3, No.3.
- Sheth, K. N. (2016). "Sustainable Building Materials Used in Green Buildings." *9th International Conference on Engineering and Business Education (ICEBE) & 6th International Conference on Innovation and Entrepreneurship (ICIE)*, 23-26.
- Spiegel, Ross, and Meadows, Dru. (2006). *Green Building Materials: A Guide to Product Selection and Specification*, Wiley, New York.
- Tjakra, J., & Malingkas, G. Y. (2020). "Metode Pelaksanaan Pekerjaan Dinding Pasang Bata Ringan dan Plesteran pada Pekerjaan Proyek Office and Distribution Center PT. Sukanda Jaya Airmadidi-Minahasa Utara." *Jurnal Sipil Statik*. Vol 8, 695-708.
- Yunlu, L. (2013). *The Green Building Materials Enterprises in the Management of Innovation and Production Technology Improvement*, Springer Heidelberg, Berlin.