

# Rancangan Visualisasi Daftar Kebutuhan Material Pekerjaan Struktur Beton Bertulang Menggunakan Tabel Pivot

Ferianto Raharjo

Departemen Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

*e-mail: ferianto.raharjo@uajy.ac.id*

## ABSTRAK

Pelaksanaan proyek konstruksi akan menghadapi berbagai tantangan yang saling terkait, yaitu biaya, waktu, dan mutu. Perencanaan kebutuhan material pada proyek konstruksi menjadi salah satu kunci utama untuk mencapai keberhasilan proyek. Perhitungan kebutuhan material yang akurat diperlukan untuk memastikan ketersediaan di lapangan, meminimalkan pemborosan, memaksimalkan penugasan sumber daya manusia, dan menjaga kualitas pekerjaan. Untuk membuat daftar kebutuhan material yang akurat dan mudah digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan pembelian material, perlu dibuat sebuah rancangan visualisasi yang terstruktur berdasarkan setiap bagian pekerjaan dan material yang digunakan. Pada rancangan ini, dari berbagai pekerjaan yang ada pada proyek konstruksi, hanya dibatasi untuk pekerjaan struktur beton bertulang, yang terdiri dari perhitungan kebutuhan material untuk bekisting, besi tulangan, dan beton. Perhitungan kebutuhan material menggunakan data volume pekerjaan struktur beton bertulang yang ada pada *Bill of Quantity* atau Rencana Anggaran Biaya. Data kemudian dianalisis dengan menggunakan tabel pivot. Hasil analisis tabel pivot kemudian divisualisasikan pada sebuah *dashboard* yang dilengkapi dengan *slider*. Hasil rancangan visualisasi akan menampilkan daftar kebutuhan material untuk bagian struktur dan elemen struktur yang dipilih melalui *slider* pada *dashboard*. Daftar kebutuhan material yang ditampilkan akan terdiri dari kebutuhan volume bekisting, besi tulangan setiap ukuran diameter besi yang dipakai, dan beton pada bagian struktur dan elemen struktur yang dipilih.

Kata kunci: beton bertulang, *bill of quantity*, kebutuhan material, proyek konstruksi, tabel pivot

## 1. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi adalah serangkaian kegiatan membangun atau merenovasi bangunan, yang prosesnya terdiri dari perencanaan, perancangan, pelaksanaan, pengendalian, pengawasan, dan serah terima. Pelaksanaan proyek konstruksi akan menghadapi berbagai tantangan yang saling terkait, yaitu biaya, waktu, dan mutu. Keseimbangan dari ketiga tantangan tersebut akan sangat krusial, karena perubahan pada salah satu tantangan akan mempengaruhi dua tantangan lainnya.

Pada setiap pelaksanaan proyek konstruksi, perencanaan yang matang menjadi salah satu kunci utama untuk mencapai efisiensi dan keberhasilan. Salah satu perencanaan yang penting adalah perhitungan volume kebutuhan material yang akan digunakan pada setiap item pekerjaan. Perhitungan kebutuhan material yang akurat akan memastikan ketersediaan material di lapangan, meminimalkan pemborosan, memaksimalkan penugasan sumber daya manusia, dan menjaga kualitas pekerjaan.

Tanpa perencanaan perhitungan volume kebutuhan material yang matang, biaya pelaksanaan proyek akan meleset dari rencana anggaran biaya, menyebabkan potensi kerugian finansial atau bahkan penghentian proyek. Kesalahan dalam perhitungan kebutuhan material akan menimbulkan kelebihan atau kekurangan material. Kelebihan material akan menyebabkan pemborosan biaya, sementara kekurangan material dapat menunda waktu penyelesaian pekerjaan, dan juga berpotensi mempengaruhi biaya dan mutu pekerjaan.

Dari berbagai item pekerjaan yang ada pada suatu proyek konstruksi, rancangan visualisasi ini dibatasi hanya untuk pekerjaan struktur beton bertulang, yang terdiri dari perhitungan volume kebutuhan material untuk bekisting, besi tulangan, dan beton.

Tujuan pembuatan rancangan visualisasi ini adalah untuk membuat representasi visual dari hasil perhitungan volume kebutuhan material berdasarkan *Work Breakdown Structure* pekerjaan struktur beton bertulang yang dapat digunakan dan memudahkan pengambilan keputusan pada proses pengadaan material.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pekerjaan konstruksi akan terdiri dari rangkaian item pekerjaan yang diorganisir dan disusun menjadi komponen pekerjaan yang lebih kecil dan mudah dikelola, dengan tujuan menciptakan rincian hierarkis pekerjaan yang akan membantu tim proyek memahami ruang lingkup proyek, mengelola biaya dan waktu, serta mengalokasikan berbagai sumber daya secara efisien.

Menurut The Standard for Project Management and a Guide to the Project Management Body of Knowledge (2021), *Work Breakdown Structure* adalah rincian hierarkis dari keseluruhan lingkup pekerjaan yang harus dilaksanakan oleh tim proyek untuk mencapai tujuan proyek dan memberikan hasil yang diharapkan.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, menjelaskan bahwa lingkup pekerjaan konstruksi disebut Struktur Rincian Kerja atau *Work Breakdown Structure*. Struktur Rincian Kerja yang diatur untuk bidang cipta karya dan perumahan disusun untuk pekerjaan persiapan, penerapan SMK, struktur, arsitektur, mekanikal, elektrik, plumbing, lansekap dan kawasan, eksterior bangunan, dan lain-lain.

Pekerjaan struktur beton bertulang adalah pekerjaan yang menggunakan kombinasi material besi dan beton untuk menciptakan material yang kuat menahan beban tarik dan tekan, sehingga menghasilkan bangunan yang kokoh, stabil, dan tahan lama. Pekerjaan ini meliputi pekerjaan pembuatan bekisting sebagai cetakan beton, perakitan besi tulangan, dan pengecoran beton ke dalam bekisting, yang kemudian dilanjutkan dengan perawatan beton (*curing*) untuk memastikan beton mencapai kekuatan yang direncanakan.

Perhitungan kebutuhan material untuk pekerjaan struktur beton bertulang didasarkan pada gambar kerja dan spesifikasi teknis yang dibuat oleh Perencana. Gambar kerja menyediakan detail dimensi, bentuk, dan penempatan elemen-elemen struktur seperti fondasi, kolom, balok, dan pelat. Sedangkan spesifikasi teknis menentukan mutu material yang digunakan, seperti mutu beton, jenis, diameter, dan mutu besi tulangan. Perhitungan akan mencakup beberapa komponen utama, yaitu:

1. Volume bekisting: dihitung berdasarkan luas setiap bagian elemen struktur yang akan menggunakan bekisting.
2. Volume besi tulangan: dihitung berdasarkan panjang total besi tulangan yang dibutuhkan untuk setiap elemen struktur, yang kemudian dikonversi menjadi berat total besi tulangan.
3. Volume beton: dihitung berdasarkan volume setiap elemen struktur.

Setelah semua volume pekerjaan dihitung, hasilnya disusun ke dalam format dokumen terstruktur yang disebut *Bill of Quantity*. Menurut Marsden (1999), *Bill of Quantity* adalah sebuah daftar perkiraan macam dan jumlah material, tenaga kerja, serta peralatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai jenis pekerjaan yang secara keseluruhan mengacu ke permintaan total dari kontrak bangunan. *Bill of Quantity* akan terdiri dari:

1. Nomor item pekerjaan, berisi kode atau nomor unik setiap item pekerjaan
2. Deskripsi pekerjaan, berisi detail lengkap dari item pekerjaan, sesuai dengan spesifikasinya.
3. Kuantitas (*quantity*), berisi hasil akhir dari perhitungan kebutuhan material yang sudah diakumulasikan.
4. Satuan pengukuran, berisi satuan yang digunakan untuk mengukur kuantitas.

Kegunaan utama dari *Bill of Quantity* adalah:

1. Sebagai bagian dari dokumen tender, sehingga memungkinkan Kontraktor mengajukan penawaran harga suatu pekerjaan berdasarkan data yang sama dan dengan upaya yang paling efisien.
2. Memfasilitasi pengadaan material, untuk mempermudah proses pengadaan material yang memungkinkan kontraktor membeli material dalam jumlah yang tepat sesuai kebutuhan.
3. Menjadi acuan pengendalian biaya dengan memantau pengeluaran aktual dan membandingkannya dengan rencana anggaran yang telah ditetapkan.
4. Menjadi bagian dari dokumen kesepakatan dasar jika terjadi perselisihan, dan pekerjaan tambah kurang selama pelaksanaan pekerjaan.

### 3. METODOLOGI

#### Data

Data yang digunakan pada rancangan ini adalah data sekunder berupa volume kebutuhan bekisting, besi tulangan, dan beton, yang diperoleh dari *Bill of Quantity* pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium sebuah kampus yang berada di Yogyakarta. Gedung Laboratorium ini memiliki 6 lantai dengan luas total bangunan 11.765 m<sup>2</sup>.

Data volume kebutuhan bekisting, besi tulangan, dan beton yang digunakan pada rancangan ini dibatasi hanya pada pekerjaan struktur utama bangunan saja, yaitu *pile cap*, *tie beam*, dan kolom, balok, serta pelat lantai dari lantai 1 sampai lantai atap. Tabel 1 menunjukkan sebagian dari *Bill of Quantity* proyek tersebut untuk pekerjaan struktur beton bertulang lantai 2.

**Tabel 1.** *Bill of Quantity* pekerjaan struktur beton bertulang pada lantai 2

| No       | Jenis Pekerjaan                                                                      | Volume    | Satuan |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|
| <b>B</b> | <b>LANTAI 2</b>                                                                      |           |        |
| <b>a</b> | <b>Beton yang ditetaskan, <math>f'c = 30</math> MPa</b>                              |           |        |
| 1        | Beton pada kolom                                                                     | 148,61    | m3     |
| 2        | Beton pada balok                                                                     | 288,10    | m3     |
| 3        | Beton pada pelat lantai                                                              | 149,58    | m3     |
| <b>b</b> | <b>Bekisting, sesuai gambar dan spesifikasi</b>                                      |           |        |
| 1        | Sisi-sisi kolom                                                                      | 927,71    | m2     |
| 2        | Bawah dan sisi balok                                                                 | 1.525,44  | m2     |
| 3        | Bawah pelat lantai                                                                   | 1.196,65  | m2     |
| <b>c</b> | <b>Besi tulangan ulir <math>f_y = 420</math> MPa, sesuai gambar dan spesifikasi</b>  |           |        |
| 1        | Tulangan utama pada kolom, diameter 16 mm                                            | 252,64    | kg     |
| 2        | Tulangan utama pada kolom, diameter 19 mm                                            | 970,80    | kg     |
| 3        | Tulangan utama pada kolom, diameter 25 mm                                            | 32.627,96 | kg     |
| 4        | Tulangan sengkang pada kolom, diameter 13 mm                                         | 27.509,73 | kg     |
| 5        | Tulangan utama pada balok, diameter 13 mm                                            | 180,22    | kg     |
| 6        | Tulangan utama pada balok, diameter 16 mm                                            | 465,47    | kg     |
| 7        | Tulangan utama pada balok, diameter 22 mm                                            | 10.349,95 | kg     |
| 8        | Tulangan utama pada balok, diameter 25 mm                                            | 40.198,63 | kg     |
| 9        | Tulangan samping pada balok, diameter 13 mm                                          | 6.380,98  | kg     |
| <b>d</b> | <b>Besi tulangan polos <math>f_y = 280</math> MPa, sesuai gambar dan spesifikasi</b> |           |        |
| 1        | Tulangan sengkang pada kolom, diameter 10 mm                                         | 494,44    | kg     |
| 2        | Tulangan sengkang pada balok, diameter 8 mm                                          | 124,68    | kg     |
| 3        | Tulangan sengkang pada balok, diameter 10 mm                                         | 16.161,63 | kg     |
| 4        | Tulangan pelat lantai, diameter 8 mm                                                 | 6.474,11  | kg     |
| 5        | Tulangan pelat lantai, diameter 10 mm                                                | 28.504,41 | kg     |

### Normalisasi data

Normalisasi data dilakukan dengan mengelompokkan atribut data menjadi bentuk entitas yang sederhana, non-redundan, fleksibel, dan mudah beradaptasi dalam bentuk standar atau normal sehingga analisis data dapat dilakukan secara efisien.

Normalisasi dimulai dari tahap tidak normal (*unnormalized*), menjadi bentuk normal pertama (1 NF), bentuk normal kedua (2 NF), dan seterusnya sampai bentuk normal tertentu yang paling sederhana.

### Analisis data

Analisis data dilakukan menggunakan tabel pivot yang merupakan salah satu fitur yang disediakan Microsoft Excel untuk meringkas berbagai informasi yang ada pada tabel data sehingga lebih mudah untuk dieksplorasi dan dianalisis lebih detail.

*Field* pada tabel hasil normalisasi data disusun secara terstruktur ke dalam area tabel pivot sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan, yaitu:

1. *Filter*, untuk memilih atau menyaring informasi yang akan ditampilkan pada tingkat pertama.
2. *Rows*, untuk menampilkan data yang akan diletakkan ke baris horisontal.
3. *Columns*, untuk menampilkan data yang akan diletakkan ke kolom vertikal.
4. *Values*, untuk menampilkan rangkuman data sebagai informasi numerik pada *Rows* dan *Columns*.

Tabel pivot yang telah dibuat kemudian divisualisasikan menjadi informasi dalam bentuk grafik pivot yang dihubungkan dengan menggunakan *slicer* untuk memilih bagian informasi apa saja yang ingin ditampilkan.

Visualisasi informasi hasil analisis data dalam bentuk grafik pivot dan *slicer* tersebut kemudian disusun ulang pada lembar kerja yang disiapkan sebagai *dashboard*. *Dashboard* ini menjadi tempat representasi visual berbagai informasi penting yang dibutuhkan untuk ditampilkan dalam bentuk yang menarik dan dalam waktu yang singkat.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Normalisasi data

Data berupa kebutuhan volume bekisting, besi tulangan, dan beton dari *Bill of Quantity* disusun dalam format tabel normal yang terdiri dari 5 kolom, yaitu:

1. Kolom pertama adalah struktur bangunan, yang terdiri dari fondasi, lantai 1, lantai 2, lantai 3, lantai 4, lantai 5, lantai 6, dan lantai atap.
2. Kolom kedua adalah elemen struktur, dimana:
  - a. struktur fondasi, terdiri dari *pile cap*, dan *tie beam*.
  - b. lantai 1 yaitu kolom lantai 1.
  - c. lantai 2 sampai lantai 6, yang masing-masing terdiri dari kolom, balok, dan pelat lantai.
  - d. lantai atap, terdiri dari balok, dan pelat lantai atap.
3. Kolom ketiga adalah tipe elemen, yang terdiri dari berbagai tipe *pile cap*, *tie beam*, kolom, balok, dan pelat lantai.
4. Kolom keempat adalah material setiap tipe struktur, yang terdiri dari beton, bekisting, dan besi tulangan untuk setiap diameter besi yang digunakan.
5. Kolom kelima adalah kolom volume, yang terdiri dari kebutuhan bekisting, besi tulangan, dan beton pada setiap tipe elemen struktur.

Tabel 2 menunjukkan sebagian data pada tabel normal untuk beberapa tipe balok pada stuktur balok di lantai 2.

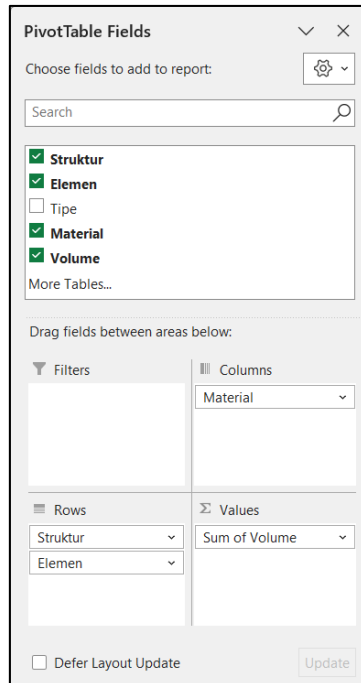
**Tabel 2.** Sebagian data tabel normal pada struktur balok di lantai 2

| Struktur | Elemen | Tipe | Material       | Volume    |
|----------|--------|------|----------------|-----------|
| Lantai 2 | Balok  | B1   | Beton (m3)     | 86,98     |
| Lantai 2 | Balok  | B1   | Bekesting (m2) | 440,71    |
| Lantai 2 | Balok  | B1   | Besi P8 (kg)   | 0,00      |
| Lantai 2 | Balok  | B1   | Besi P10 (kg)  | 5.418,97  |
| Lantai 2 | Balok  | B1   | Besi D13 (kg)  | 1.864,24  |
| Lantai 2 | Balok  | B1   | Besi D16 (kg)  | 0,00      |
| Lantai 2 | Balok  | B1   | Besi D19 (kg)  | 0,00      |
| Lantai 2 | Balok  | B1   | Besi D22 (kg)  | 0,00      |
| Lantai 2 | Balok  | B1   | Besi D25 (kg)  | 19.441,25 |
| Lantai 2 | Balok  | B2   | Beton (m3)     | 26,47     |
| Lantai 2 | Balok  | B2   | Bekesting (m2) | 134,10    |
| Lantai 2 | Balok  | B2   | Besi P8 (kg)   | 0,00      |
| Lantai 2 | Balok  | B2   | Besi P10 (kg)  | 1.650,32  |
| Lantai 2 | Balok  | B2   | Besi D13 (kg)  | 563,88    |
| Lantai 2 | Balok  | B2   | Besi D16 (kg)  | 0,00      |
| Lantai 2 | Balok  | B2   | Besi D19 (kg)  | 0,00      |
| Lantai 2 | Balok  | B2   | Besi D22 (kg)  | 0,00      |
| Lantai 2 | Balok  | B2   | Besi D25 (kg)  | 4.314,57  |
| Lantai 2 | Balok  | B3   | Beton (m3)     | 80,12     |
| Lantai 2 | Balok  | B3   | Bekesting (m2) | 409,53    |
| Lantai 2 | Balok  | B3   | Besi P8 (kg)   | 0,00      |
| Lantai 2 | Balok  | B3   | Besi P10 (kg)  | 3.784,15  |
| Lantai 2 | Balok  | B3   | Besi D13 (kg)  | 1.787,95  |

##### Tata letak tabel pivot

Data dari tabel normal kemudian disusun menjadi tabel pivot dengan mengatur setiap *field* menggunakan panel *PivotTable Fields*. Tabel pivot disusun seperti ditunjukkan pada Gambar 1, dimana:

1. *field* material ditempatkan sebagai *Columns*,
2. *field* struktur dan elemen ditempatkan sebagai *Rows*, dan
3. *field* volume ditempatkan sebagai *Values*.



**Gambar 1.** Tata letak tabel pivot pada panel *PivotTable Fields*

### Hasil analisis tabel pivot

Dari hasil pengaturan tata letak tabel pivot pada panel *PivotTable Fields*, akan diperoleh tampilan tabel pivot seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Tabel pivot hasil rekapitulasi dari tabel normal

| Sum of Volume Column Labels |                  |                   |                 |                  |                  |                   |                   |                  |                 |
|-----------------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| Row Labels                  | Bekesting (m2)   | Besi D13 (kg)     | Besi D16 (kg)   | Besi D19 (kg)    | Besi D22 (kg)    | Besi D25 (kg)     | Besi P10 (kg)     | Besi P8 (kg)     | Beton (m3)      |
| <b>Fondasi</b>              | <b>1.480,76</b>  | <b>6.208,50</b>   | <b>716,48</b>   | <b>16.496,69</b> | <b>0,00</b>      | <b>82.936,05</b>  | <b>8.177,01</b>   | <b>0,00</b>      | <b>820,71</b>   |
| Pile Cap                    | 871,56           | 0,00              | 716,48          | 16.496,69        | 0,00             | 47.619,25         | 279,88            | 0,00             | 668,41          |
| Tie Beam                    | 609,20           | 6.208,50          | 0,00            | 0,00             | 0,00             | 35.316,80         | 7.897,13          | 0,00             | 152,30          |
| <b>Lantai 1</b>             | <b>1.276,71</b>  | <b>43.073,43</b>  | <b>464,34</b>   | <b>2.750,67</b>  | <b>0,00</b>      | <b>52.942,42</b>  | <b>993,64</b>     | <b>0,00</b>      | <b>203,68</b>   |
| Kolom                       | 1.276,71         | 43.073,43         | 464,34          | 2.750,67         | 0,00             | 52.942,42         | 993,64            | 0,00             | 203,68          |
| <b>Lantai 2</b>             | <b>3.649,80</b>  | <b>34.070,93</b>  | <b>720,81</b>   | <b>970,80</b>    | <b>10.349,95</b> | <b>72.826,59</b>  | <b>45.160,48</b>  | <b>6.598,79</b>  | <b>586,29</b>   |
| Balok                       | 1.525,44         | 6.561,20          | 468,17          | 0,00             | 10.349,95        | 40.198,63         | 16.161,63         | 124,68           | 288,10          |
| Kolom                       | 927,71           | 27.509,73         | 252,64          | 970,80           | 0,00             | 32.627,96         | 494,44            | 0,00             | 148,61          |
| Pelat Lantai                | 1.196,65         | 0,00              | 0,00            | 0,00             | 0,00             | 0,00              | 28.504,41         | 6.474,11         | 149,58          |
| <b>Lantai 3</b>             | <b>4.322,34</b>  | <b>35.228,96</b>  | <b>720,81</b>   | <b>970,80</b>    | <b>15.908,24</b> | <b>70.789,71</b>  | <b>56.592,48</b>  | <b>8.515,31</b>  | <b>689,44</b>   |
| Balok                       | 1.843,74         | 7.719,23          | 468,17          | 0,00             | 15.908,24        | 41.800,78         | 19.155,50         | 124,68           | 346,97          |
| Kolom                       | 927,71           | 27.509,73         | 252,64          | 970,80           | 0,00             | 28.988,93         | 494,44            | 0,00             | 148,61          |
| Pelat Lantai                | 1.550,89         | 0,00              | 0,00            | 0,00             | 0,00             | 0,00              | 36.942,54         | 8.390,63         | 193,86          |
| <b>Lantai 4</b>             | <b>4.075,27</b>  | <b>34.817,77</b>  | <b>786,50</b>   | <b>970,80</b>    | <b>12.119,13</b> | <b>63.433,83</b>  | <b>52.509,20</b>  | <b>7.935,48</b>  | <b>649,50</b>   |
| Balok                       | 1.708,66         | 7.308,04          | 533,86          | 0,00             | 12.119,13        | 34.444,90         | 17.740,10         | 150,70           | 321,03          |
| Kolom                       | 927,71           | 27.509,73         | 252,64          | 970,80           | 0,00             | 28.988,93         | 494,44            | 0,00             | 148,61          |
| Pelat Lantai                | 1.438,90         | 0,00              | 0,00            | 0,00             | 0,00             | 0,00              | 34.274,66         | 7.784,78         | 179,86          |
| <b>Lantai 5</b>             | <b>4.108,99</b>  | <b>32.152,40</b>  | <b>873,71</b>   | <b>1.009,78</b>  | <b>12.881,09</b> | <b>59.521,13</b>  | <b>53.062,06</b>  | <b>7.970,03</b>  | <b>651,47</b>   |
| Balok                       | 1.772,81         | 7.552,57          | 621,07          | 0,00             | 12.881,09        | 35.219,77         | 18.290,30         | 185,25           | 332,12          |
| Kolom                       | 897,28           | 24.599,83         | 252,64          | 1.009,78         | 0,00             | 24.301,36         | 497,10            | 0,00             | 139,49          |
| Pelat Lantai                | 1.438,90         | 0,00              | 0,00            | 0,00             | 0,00             | 0,00              | 34.274,66         | 7.784,78         | 179,86          |
| <b>Lantai 6</b>             | <b>3.342,27</b>  | <b>28.944,51</b>  | <b>786,50</b>   | <b>990,89</b>    | <b>12.888,09</b> | <b>35.344,71</b>  | <b>44.792,35</b>  | <b>7.935,48</b>  | <b>501,39</b>   |
| Balok                       | 1.006,06         | 4.301,89          | 533,86          | 0,00             | 12.888,09        | 10.997,22         | 10.013,41         | 150,70           | 182,04          |
| Kolom                       | 897,31           | 24.642,62         | 252,64          | 990,89           | 0,00             | 24.347,49         | 504,28            | 0,00             | 139,49          |
| Pelat Lantai                | 1.438,90         | 0,00              | 0,00            | 0,00             | 0,00             | 0,00              | 34.274,66         | 7.784,78         | 179,86          |
| <b>Lantai Atap</b>          | <b>1.595,16</b>  | <b>5.262,17</b>   | <b>465,47</b>   | <b>3.037,97</b>  | <b>16.530,24</b> | <b>117,53</b>     | <b>13.752,45</b>  | <b>1.079,72</b>  | <b>200,30</b>   |
| Balok                       | 1.459,07         | 5.262,17          | 465,47          | 3.037,97         | 16.530,24        | 117,53            | 11.983,88         | 1.079,72         | 186,69          |
| Pelat Lantai                | 136,09           | 0,00              | 0,00            | 0,00             | 0,00             | 0,00              | 1.768,57          | 0,00             | 13,61           |
| <b>Grand Total</b>          | <b>23.851,30</b> | <b>219.758,67</b> | <b>5.534,62</b> | <b>27.198,40</b> | <b>80.676,74</b> | <b>437.911,97</b> | <b>275.039,67</b> | <b>40.034,81</b> | <b>4.302,78</b> |

Karena daftar kebutuhan material yang akan ditampilkan dipilih berdasarkan pada bagian struktur bangunan dan jenis elemen struktur yang mana saja, maka dibuat dua buah *slicer*, yaitu *slicer* dari *field* struktur dan *slicer* dari *field* elemen seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

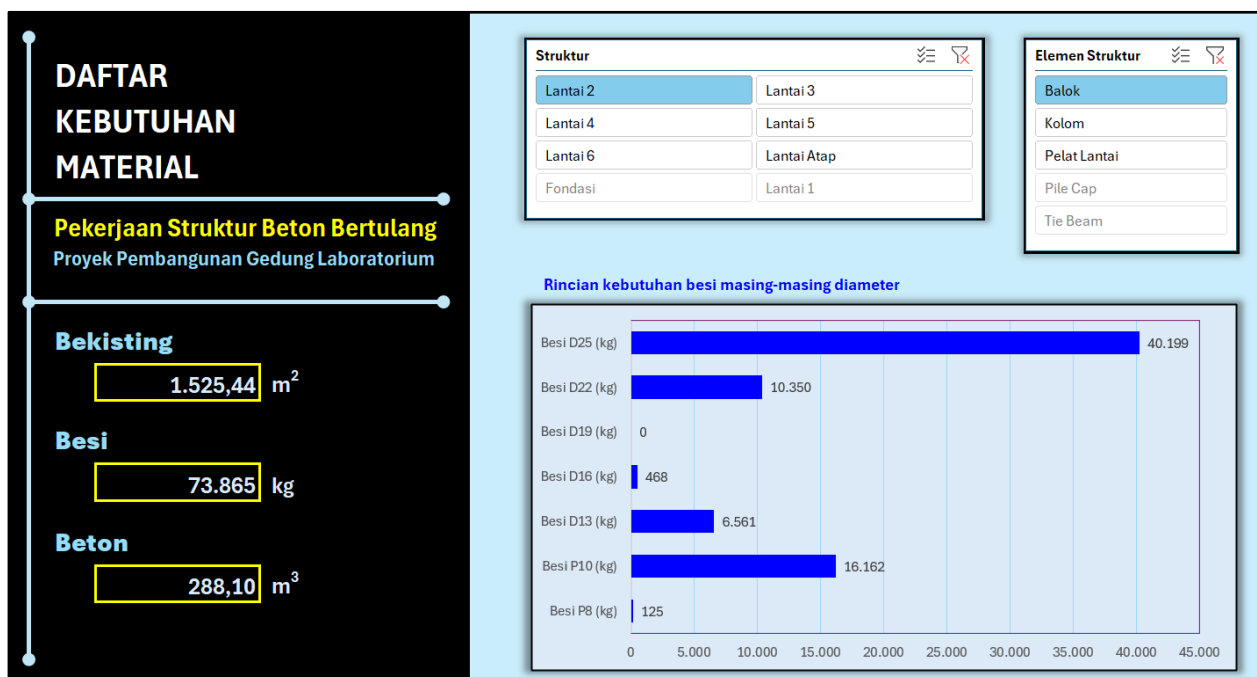
| Struktur |             |
|----------|-------------|
| Fondasi  | Lantai 1    |
| Lantai 2 | Lantai 3    |
| Lantai 4 | Lantai 5    |
| Lantai 6 | Lantai Atap |

Gambar 2. *Slicer* dari *field* Struktur

| Elemen Struktur |
|-----------------|
| Balok           |
| Kolom           |
| Pelat Lantai    |
| Pile Cap        |
| Tie Beam        |

Gambar 3. *Slicer* dari *field* Elemen

*Slicer* pada Gambar 2 digunakan untuk memilih satu, beberapa, atau semua pilihan bagian struktur bangunan mana saja yang hendak dihitung kebutuhan volume materialnya. Sedangkan *slicer* pada Gambar 3 digunakan untuk memilih satu, beberapa, atau semua pilihan elemen struktur mana saja yang hendak dihitung kebutuhan volume materialnya. Dua buah *slicer* yang dibuat ini akan saling berhubungan dalam menghitung volume material yang hendak ditampilkan pada daftar kebutuhan material. Daftar kebutuhan volume material yang hendak ditampilkan ini kemudian divisualisasikan pada sebuah lembar kerja yang dijadikan *dashboard* seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Total kebutuhan volume bekisting, besi tulangan, dan beton yang dipilih akan ditampilkan, dilengkapi dengan grafik pivot untuk menampilkan kebutuhan besi tulangan berdasarkan diameternya pada setiap bagian struktur yang dipilih.



Gambar 4. *Dashboard* daftar kebutuhan material pada struktur balok di lantai 2

Tampilan *dashboard* seperti ditunjukkan pada Gambar 4, merupakan sebuah tampilan kebutuhan material pekerjaan struktur beton bertulang di lantai 2 untuk balok lantainya saja. Kebutuhan materialnya terdiri dari 1.525,44 m<sup>2</sup> bekisting, 288, 19 m<sup>3</sup> beton, dan 73.865 kg besi tulangan dengan rincian kebutuhan besi berdasarkan setiap ukuran diameternya ditunjukkan menggunakan grafik batang.

## 5. KESIMPULAN

Hasil rancangan visualisasi ini dapat digunakan untuk merencanakan secara akurat kebutuhan material pekerjaan struktur beton bertulang. Daftar kebutuhan material yang ditampilkan akan terdiri dari kebutuhan volume bekisting, besi tulangan untuk setiap ukuran diameter besi yang dipakai, dan beton. Informasi volume kebutuhan material yang ditampilkan tidak hanya untuk mengetahui total kebutuhan volume bekisting, besi tulangan, dan beton untuk keseluruhan proyek yang dikerjakan, tetapi juga dapat dipilih pada bagian struktur dan elemen struktur mana saja yang ingin diketahui jumlah kebutuhan volume materialnya dengan menggunakan pilihan yang tersedia pada *slicer* struktur dan *slicer* elemen struktur. Daftar kebutuhan material yang ditampilkan pada *dashboard* dapat digunakan untuk mempermudah pengambilan keputusan pengadaan material yang memungkinkan kontraktor membeli material dalam jumlah yang tepat sesuai kebutuhan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Marsden, P. (1999). Basic Building Measurement. Amerika Serikat: NewSouth Publishing.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Project Management Institute. (2021). The Standard for Project Management and a Guide to the Project Management Body of Knowledge. Seventh Edition. Amerika Serikat: Project Management Institute, Inc.