

# Implementasi Algoritma First Fit Decreasing (FFD) Pada Perhitungan Cutting Plan Material Berbasis Panjang (Studi Kasus PT Bukaka Teknik Utama)

Dessy Tri Anggraeni<sup>1</sup>, Condro Wibawa<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Gunadarma

<sup>1</sup>dessytri@staff.gunadarma.ac.id, <sup>2</sup>condro\_wibawa@staff.gunadarma.ac.id

**ABSTRACT** – The requirement for raw materials in manufacturing industries is a highly important factor. In various projects, material needs can account for 30–60% of the project budget. Therefore, material procurement planning must be calculated accurately. A cutting plan is a method used to determine material requirements in a project. To optimize cutting plan calculations, PT Bukaka Teknik Utama developed a program that integrates cutting plan computations with Bill of Quantity (BQ) data already available in the production monitoring system. The algorithm used is FFD (First Fit Decreasing). This algorithm is applied to calculate materials based on length, such as steel angles, H-beams, steel/round bars, and others. The program's calculations produce results identical to manual calculations, but with significantly faster computation time. Manual calculations usually require 30–180 minutes per project, whereas the program reduces this to an average of only 1.83 seconds per project. This is equivalent to a 99.89% improvement in time efficiency. The performance analysis of the FFD algorithm regarding material usage and leftover materials is also excellent. This is indicated by a high Effective Utilization Rate of 95.01% and a relatively small fair waste value of 4.99% per project.

**Keywords:** Manufacturing, Cutting Plan, First Fit Decreasing Method, Effective Utilization Rate, Fair Waste

**ABSTRAK** – Kebutuhan raw material pada industri manufaktur merupakan faktor yang sangat penting. Pada berbagai proyek, kebutuhan material terhadap budget proyek mencapai 30-60%. Oleh karenanya perencanaan pengadaan material harus dihitung dengan benar. Cutting plan adalah metode untuk menghitung kebutuhan material dalam sebuah proyek. Untuk optimalisasi perhitungan cutting plan, PT Bukaka Teknik Utama membuat program untuk mengintegrasikan perhitungan cutting plan dengan data BQ yang sudah ada pada program monitoring produksi. Algoritma yang digunakan adalah FFD (First Fit Decreasing). Algoritma ini digunakan untuk menghitung material berbasis panjang (length based), seperti steel angle, H-beam, steel round bar, dan lain-lain. Perhitungan program menghasilkan luaran yang sama dengan perhitungan manual. Akan tetapi dengan waktu perhitungan yang jauh lebih cepat. Perhitungan manual biasanya membutuhkan waktu 30-180 menit per proyek, bisa direduksi menjadi rata-rata 1,83 detik per proyek. Nilai ini setara dengan 99,89% efisiensi waktu. Perhitungan kinerja algoritma FFD terhadap hasil dan sisa material juga sangat baik. Hal ini terlihat dari nilai Effective Utilization Rate yang tinggi yaitu 95,01% dan nilai fair waste yang cukup kecil yaitu 4,99% per proyek.

**Kata Kunci:** Manufacturing, Cutting Plan, First Fit Decreasing Method, Effective Utilization Rate, Fair Waste

## 1. PENDAHULUAN

PT Bukaka Teknik Utama, Tbk (kode emiten BUKK) adalah perusahaan manufaktur dan konstruksi yang berlokasi di Jalan Narogong Km 19.5, Cileungsi, Bogor. Perusahaan ini sudah berdiri sejak tahun 1978 dan memiliki berbagai macam produk. Produk unggulannya adalah Passenger Boarding Bridge, Steel Bridge, Steel Tower, Steel Structure, dan masih banyak lagi. Produk PT Bukaka tersebar di hampir semua wilayah di Indonesia bahkan luar negeri [1]. Pada tahun 2025, PT Bukaka Teknik Utama, Tbk telah mengeksport produknya ke berbagai negara antara lain India [2], Oman, dan Thailand [3].

Sebagai perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi dan manufaktur baja, kebutuhan akan raw material berbahan dasar baja sangat besar. Menurut berbagai sumber, pada proyek konstruksi rata-rata budget yang dialokasikan untuk pengadaan material mencapai 30-60% dari nilai proyek [4] [5] [6]. Di mana sebanyak 20% dari budget total adalah untuk pengadaan material khusus besi/baja [6]. Menurut data internal perusahaan, kebutuhan material berbasis panjang seperti steel angle, H-beam, bar, dan pipa mencapai 10% dari kebutuhan total material. Sehingga ketepatan pengadaan material menjadi salah satu kunci yang bisa mempengaruhi keuntungan proyek. Hal ini membuat perhitungan kebutuhan material (cutting plan) menjadi sangat krusial.

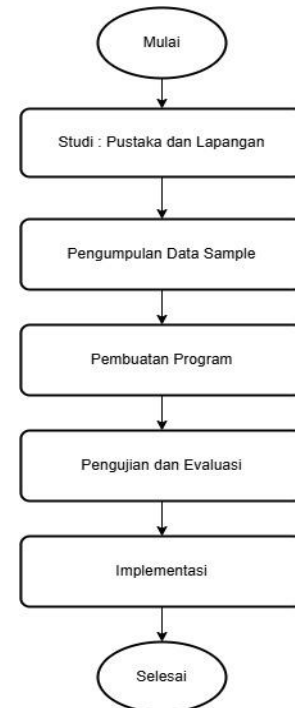


Pada praktiknya terdapat tiga jenis perhitungan cutting plan, yaitu perhitungan berdasarkan panjang [7], perhitungan berdasarkan luas/area [8], dan perhitungan berdasarkan QTY/jumlah [9]. Contoh perhitungan kebutuhan material berdasarkan panjang/length based adalah pada material siku (steel angle), H-Beam, Pipa, Bar, Kabel, dan lain-lain. Untuk perhitungan berdasarkan luas/area based biasanya digunakan pada material plate. Sedangkan perhitungan kebutuhan berdasarkan jumlah/QTY based digunakan pada komponen seperti mur-baut (bolt & nut), pendingin ruangan, dan lain-lain. Penelitian ini hanya akan mengimplementasikan perhitungan kebutuhan material berdasarkan panjang/length based saja. Saat ini, perhitungan cutting plan dilakukan dengan dua cara, yaitu secara manual dan menggunakan program pihak ketiga. Akan tetapi program pihak ketiga memiliki beberapa keterbatasan, sehingga perhitungan manual masih sering dilakukan. Perhitungan cutting plan secara manual memiliki kelemahan dalam hal kecepatan dan ketepatan. Dalam hal kecepatan, perhitungan membutuhkan waktu 30-180 menit untuk setiap proyek. Selain itu, data yang digunakan tidak terintegrasi dengan program monitoring fabrikasi yang sudah ada.

Untuk mengatasi masalah ini, diajukan sebuah program untuk menghitung cutting plan tersebut. Program ini rencananya akan diintegrasikan dengan program monitoring fabrikasi yang sudah ada. Algoritma yang digunakan dalam perhitungan ini adalah FFD (First Fit Decreasing). FFD adalah bagian dari algoritma bin-packing yaitu algoritma yang menempatkan sejumlah item dengan ukuran yang berbeda pada sejumlah wadah dengan ukuran tetap [10] [11]. Algoritma ini merupakan algoritma lama, tapi masih cukup relevan digunakan hingga hari ini. Algoritma ini dipakai karena sederhana, mudah diimplementasikan, cepat, dan menghasilkan luaran yang cukup bagus [10] [11]. Secara singkat, cara kerja algoritma ini adalah mengurutkan panjang material dari besar ke kecil, kemudian menempatkan material pada batang yang memiliki sisa panjang sesuai [12]. Algoritma ini akan diwujudkan dalam bentuk program berbasis query (stored procedure) pada database Microsoft SQL Server. Diharapkan dengan digunakannya program ini dapat mengefisienkan waktu dan mengoptimalkan hasil cutting plan, khususnya pada material berbasis panjang. Implementasi perhitungan cutting plan langsung pada data BQ yang terintegrasi belum banyak dilakukan. Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan aplikasi pihak ketiga seperti Bar-Cut [13], Cutting Optimization Pro [14] [15], OptiCutter [16], dan Cutting Optimization Pro [17]. Pada penggunaan aplikasi ini tidak dijelaskan algoritma atau langkah-langkah perhitungan cutting plan. Hanya saja diinformasikan rata-rata sisa material yang berhasil diefisienkan yaitu 3-7% per proyek. Sedangkan penelitian lain menggunakan algoritma Linear Programming [18] [19]. Pada penelitian ini dijelaskan langkah-langkah penggunaan algoritma tetapi tidak ditunjukkan hasil akhir perhitungan atau tingkat efektivitas algoritma.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan, seperti terlihat pada gambar 1 berikut. Tahap pertama pada penelitian ini adalah melakukan studi. Studi dilakukan dengan dua cara yaitu studi pustaka dan studi lapangan. Studi pustaka dilakukan dengan tujuan mempelajari algoritma yang akan digunakan, membandingkan dengan algoritma lain, dan mengetahui istilah-istilah yang digunakan dalam industri. Sedangkan studi lapangan dilakukan untuk mengetahui informasi teknis mengenai spesifikasi material, cara penyajian data, mengenal jenis-jenis material, dan lain-lain.



**Gambar 1.** alur pengembangan sistem menggunakan metode waterfall

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data sample. Data sample diambil dari divisi atau PIC (person in charge) terkait dalam bentuk data BQ (Bill of Quantity). Data BQ diambil dari program internal, yaitu program monitoring fabrikasi yang menggunakan database Microsoft SQL Server. Data sample dikumpulkan dari berbagai proyek, agar variasinya beragam. Sehingga nantinya keakuratan program bisa dimaksimalkan. Langkah berikutnya adalah pembuatan program. Sehubungan dengan data BQ yang sudah dalam bentuk database Microsoft SQL Server, maka program dibuat menggunakan bahasa T-SQL dalam bentuk Stored Procedure. Bahasa ini dipilih dengan pertimbangan kecepatan pemrosesan data dan agar bisa diakses dari berbagai macam platform. Berikutnya akan dilakukan pengujian dan analisa. Pengujian dilakukan terhadap data sample yang sudah dikumpulkan. Informasi yang didapat dan akan dianalisis

meliputi informasi kebutuhan material dan waste (sisa material). Informasi ini akan disajikan dalam bentuk summary maupun data detail.

Tahap terakhir adalah melakukan implementasi program. Setelah lolos tahap pengujian dan analisa, program perhitungan cutting plan ini akan disertakan dalam program monitoring fabrikasi yang saat ini sudah berjalan. Hal ini bertujuan agar perhitungan cutting plan bisa dilakukan kapan saja dan dapat dilakukan secara mandiri oleh pengguna.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan penelitian dilakukan sesuai dengan alur yang telah dibuat pada bagian metodologi penelitian.

#### A. Studi Pustaka dan Lapangan

##### Bill of Quantity (BQ)

Bill of Quantity (BoQ atau BQ) adalah dokumen yang berisi daftar spesifik jumlah (quantity) kebutuhan dalam proyek [20]. Data BQ diambil dari rangkuman data drawing. Drawing sendiri adalah gambar representasi dari sebuah objek, atau bagian dari objek tersebut, dan merupakan hasil dari pemikiran dari seorang engineer atau teknisi [21] [22]. Tabel 1 berikut merupakan contoh BQ, di mana merupakan rangkuman QTY dari part no/item yang berasal dari data drawing.

**Tabel 1** Contoh Data BQ [23]

<i>Drawing/Part No</i>	<i>Material</i>	<i>QTY</i>
60S2-BG-1		2
60S2-BP-1		2
60S2-BP-1		2
60S2-14	SM520	2
60S2-15	SM520	2
60S2-20	SM520	2
60S2-22	SM520	2
60S2-30	SM520	4
60S2-44	SM520	4

Hasil studi lapangan, mendapatkan informasi bahwa data BQ di PT Bukaka Teknik Utama sudah terakomodasi dalam sebuah Program Monitoring Fabrikasi yang dikembangkan oleh tim IT di internal perusahaan. Program ini dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Delphi dan database Microsoft SQL Server. Akan tetapi di dalam program ini belum tersedia fitur perhitungan cutting plan. Sehingga untuk kebutuhan produksi, tim perencana produksi biasanya melakukan perhitungan cutting plan secara manual.

##### Cutting Plan

Secara definisi, cutting plan adalah proses peletakan pola pemotongan pada material untuk meminimalkan limbah bahan baku [24]. Pada proses cutting plan, part harus memiliki spesifikasi dan ketebalan yang sama.

Acuan pembuatan pola berasal dari data BQ yang sudah dibuat dan didasarkan pula pada ukuran dan spesifikasi yang ada di pasaran.

Secara teknis, cutting plan biasanya dibagi menjadi tiga metode yaitu metode cutting plan berdasarkan panjang/length based, metode cutting plan berdasarkan luas/area based, dan metode cutting plan berdasarkan jumlah komponen/QTY based [7] [8] [9].

Fokus penelitian adalah melakukan perhitungan cutting plan berdasarkan panjang atau length based. Sehingga nantinya tidak semua material bisa dihitung kebutuhan materialnya. Beberapa material yang bisa dihitung cutting plan-nya menggunakan metode ini antara lain adalah steel angle (besi siku), steel bar, round bar, H-beam, pipe, cable, dan lain-lain. Sedangkan material lain seperti plate dan bolt & nut tidak termasuk. Adapun ukuran material di pasaran rata-rata adalah 12 meter. Sehingga nilai ini nantinya yang akan dijadikan acuan.

Pembuatan cutting plan ini sangat krusial dalam industri ini karena akan mempengaruhi biaya produksi barang secara signifikan [16] [25] [26].

Selain informasi jumlah batang yang dibutuhkan, informasi lain yang tidak kalah penting adalah informasi waste/sisa material per batang maupun secara keseluruhan. Waste adalah sisa material yang sudah tidak dapat dipakai lagi [27]. Akan tetapi menurut informasi dari pelaksana produksi di PT Bukaka Teknik Utama, kategori waste adalah sisa material yang berukuran lebih dari 1 meter. Sedangkan sisa material yang kurang dari 1 meter dikategorikan sebagai scrap. Waste material akan disimpan dan masih bisa digunakan, sedangkan scrap sudah tidak bisa digunakan lagi.

##### Metode FFD

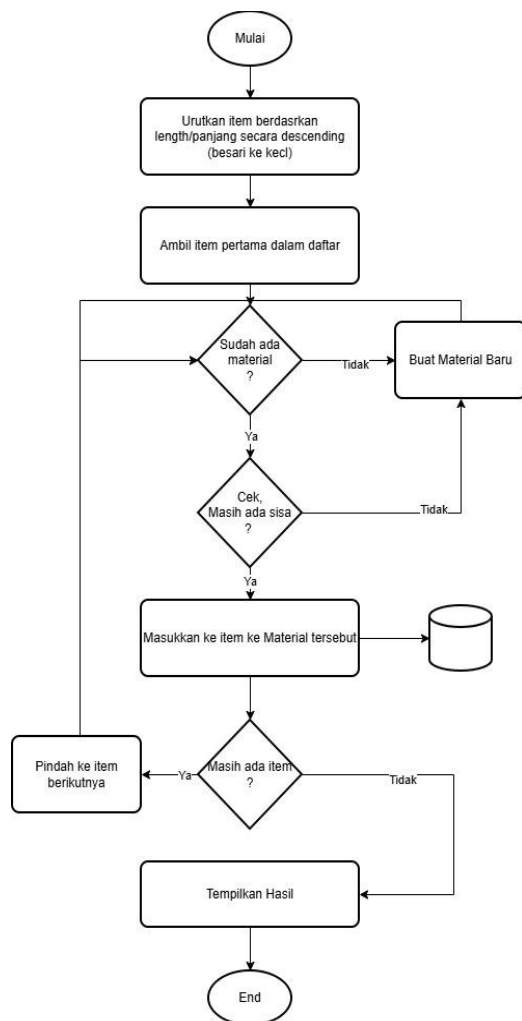
Metode FFD (First-Fit Decreasing) adalah salah satu algoritma yang banyak digunakan untuk alokasi pemotongan/packing bin [10]. Bin-packing adalah algoritma yang menempatkan sejumlah item dengan ukuran yang berbeda pada sejumlah wadah dengan ukuran tetap [10] [11]. Algoritma ini banyak dipilih karena prosesnya cepat, sederhana, dan menghasilkan luaran yang cukup baik.

Beberapa metode perhitungan cutting plan yang dijadikan perbandingan antara lain adalah Best Fit (BF) dan Linear Programming [12]. Algoritma ini lebih rumit dan berat akan tetapi menawarkan hasil yang lebih optimal. Selain itu terdapat pula algoritma linear programming yang berbasis matematika [18] [19]. Algoritma ini menawarkan hasil yang lebih presisi akan tetapi membutuhkan proses komputasi yang cukup berat. Metode yang lebih baru juga bisa diimplementasikan nantinya seperti metode Reinforcement Deep Learning [28] dan ACA-GA (Ant Colony Algorithm and Genetic Algorithm) [29].

Langkah-langkah dalam algoritma FFD bisa dilihat pada gambar 2 berikut.

Langkah pertama pada metode FFD adalah mengambil data dan mengurutkan data tersebut berdasarkan panjang secara descending (dari besar ke kecil). Selanjutnya, ambil item pertama dan cek apakah sudah ada batang yang diambil. Dikarenakan ini adalah proses pertama, tentu

belum ada batang yang diambil, sehingga proses akan dilanjutkan dengan membuat batang baru. Setelah itu, masukkan item tersebut ke dalam batang dan catat informasi ini ke database. Selanjutnya, lakukan perhitungan sisa panjang batang. Lanjutkan dengan berpindah ke item berikutnya. Kemudian lakukan proses seperti pada item pertama. Lakukan langkah tersebut sampai semua item habis. Jika di dalam satu item terdapat QTY yang lebih dari satu, maka perpindahan dilakukan tidak ke item berikutnya, akan tetapi ke item yang sama dengan QTY berikutnya. Informasi akhir yang tersimpan dan akan ditampilkan berupa jumlah batang, item yang ada di batang tersebut, dan waste per batang.



Gambar 2. Flochart Algoritma FFD

## Metode Effective Utilization Rate

Effective Utilization Rate adalah sebuah metode untuk mengukur efektivitas penggunaan material didasarkan pada material yang ter-utilize secara maksimal. Sedangkan material yang tidak ter-utilize secara maksimal tidak akan diperhitungkan [28]. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi bias dalam perhitungan efektivitas penggunaan material. Pada hasil perhitungan penelitian ini material terakhir

biasanya tidak ter-utilize secara maksimal karena itemnya sudah habis. Sehingga material ini tidak diperhitungkan. Rumus dari metode ini dijelaskan sebagai berikut :

$$UR = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \text{total cut}}{\sum_{i=1}^{n-1} \text{total material}} \times 100\%$$

Rumus ini bisa dijelaskan dengan sederhana yaitu dengan membagi jumlah material yang digunakan dengan jumlah material keseluruhan. Hasil dari perhitungan ini adalah nilai dalam persen. Semakin besar persentasenya maka semakin tinggi performa algoritma.

## Fair Waste

Fair waste adalah metode untuk menghitung sisa material secara adil. Perhitungan fair waste ini merujuk pada metode effective utilization rate, di mana hanya material yang ter-utilize secara maksimal yang akan dihitung sisa materialnya [28]. Sedangkan material yang tidak ter-utilize secara maksimal tidak dihitung. Nilai fair waste bisa dihitung dengan rumus berikut.

$$FW = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \text{total waste}}{\sum_{i=1}^{n-1} \text{total material}} \times 100\%$$

Rumus fair waste cukup sederhana yaitu dengan membagi jumlah sisa material yang digunakan dengan jumlah material keseluruhan. Hasil dari perhitungan ini adalah nilai dalam persen. Semakin kecil persentasenya maka semakin baik metode yang digunakan atau semakin sedikit sisa material.

## B. Pengumpulan Data Sampel

Data sample didapatkan dari data BQ yang ada di program monitoring fabrikasi. Contoh tampilan modul BQ pada program monitoring fabrikasi seperti ditunjukkan pada gambar 3. Terdapat 18 data BQ yang digunakan dari berbagai proyek. Daftar kode proyek dan deskripsi proyek bisa dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kode Proyek Untuk Data Sample

Kode Proyek	Nama Proyek	Jumlah Item BQ
B-0001	Proyek Konstruksi 1	48.169
B-0002	Proyek Konstruksi 2	44.975
B-0003	Proyek Konstruksi 3	62.714
B-0004	Proyek Konstruksi 4	3.103
B-0005	Proyek Konstruksi 5	11.294
B-0006	Proyek Konstruksi 6	3.445
B-0007	Proyek Konstruksi 7	5.733
B-0008	Proyek Konstruksi 8	25.017
B-0009	Proyek Konstruksi 9	20.763
B-0010	Proyek Konstruksi 10	26.251
B-0011	Proyek Konstruksi 11	54.754
B-0012	Proyek Konstruksi 12	6.429
B-0013	Proyek Konstruksi 13	14.015
B-0014	Proyek Konstruksi 14	31.679
B-0015	Proyek Konstruksi 15	41.547
B-0016	Proyek Konstruksi 16	9.284



B-0017      Proyek Konstruksi 17      8.267  
25-EM10012 Steel Structure Wayang      21.875  
Windu Unit 3

Data yang dikumpulkan dalam bentuk data tabel pada database Microsoft SQL Server yang merupakan replika dari database asli. Adapun struktur tabel yang dimaksud adalah sebagai berikut.

- KP (varchar(20), not null)
- Type (varchar(100), not null)
- partNo (varchar(100), not null)
- partNo2 (varchar(50), null)
- partName (varchar(50), not null)
- alias (varchar(50), null)
- spec (varchar(100), not null)
- length (varchar(20), null)
- mtl (varchar(20), null)
- QTY (int, null)
- weight (float, null)
- TWeight (float, null)
- ket (varchar(50), null)
- drawingNo (varchar(100), not null)
- updateTerakhir (datetime, null)
- revisi (int, null)
- transmittal (int, null)
- tglTransmittal (datetime, null)
- luas (float, null)

**Gambar 3.** Struktur Tabel BQ di Database MS SQL Server

Dari *column-column* yang ada, hanya beberapa *column* relevan yang digunakan seperti : KP (kode produksi), type, part no (item), alias, spec (spesifikasi), mtl (material), length (panjang), dan qty.

Jumlah part no/item di setiap BQ berbeda-beda, tergantung volume proyek. Akan tetapi, jika dirata-rata, dari keseluruhan proyek, maka jumlah part no/item setiap BQ berkisar di angka 30.194 item per proyek.

### C. Pembuatan Program

Program *cutting plan* dibuat menggunakan T-SQL yang merupakan bahasa pemrograman query yang ada di Microsoft SQL Server. Program dibuat dalam bentuk stored procedure yang tersimpan di dalam database. Ada beberapa pertimbangan pembuatan program menggunakan query based, bukan dalam bentuk bahasa pemrograman lain. Alasan pertama adalah agar proses lebih cepat, karena langsung diproses di dalam komputer server dan langsung ke database. Sehingga data tidak perlu berpindah memory, seperti pada program aplikasi lainnya. Alasan kedua adalah untuk memudahkan eksekusi, di mana nantinya pemrogram aplikasi hanya perlu menjalankan stored procedure yang dimaksud di programnya. Platform yang digunakan juga lebih fleksibel, seperti pada program berbasis desktop maupun web. Sehingga, harapannya alur program tidak perlu ditulis ulang jika dikembangkan dengan platform bahasa pemrograman yang berbeda.

Program dibuat dengan mengikuti *flowchart* yang telah dibuat sebelumnya pada gambar 2.

Langkah pertama yang dilakukan adalah mengambil data BQ yang akan diproses dari tabel aslinya (dalam hal ini dari database replika). Data yang diambil adalah data yang relevan seperti KP, type, part no, alias, spec, mtl, length, dan qty. Data ini kemudian disimpan dalam tabel sementara agar tidak mengganggu kinerja tabel aslinya.

Selanjutnya data pada tabel temporary dikelompokkan berdasarkan jenis material (mtl) dan spesifikasi (spec) yang telah ditentukan. Pada bagian ini pula dipisahkan antara part no/item berbasis panjang, luas, dan jumlah. Hanya item berbasis panjang yang akan diproses. Pemisahan ini didasarkan pada kode alias yang merupakan simbol dari jenis material yang digunakan. Adapun daftar alias yang akan diproses ditunjukkan pada tabel 3 berikut. Sementara item dengan alias yang lain tidak diperhitungkan atau dihitung dengan metode yang lain. Gambar 4 adalah gambaran data yang akan diolah.

**Tabel 3** Daftar Alias yang Diproses

Alias	Deskripsi
L	Siku/Angle, material berbentuk siku atau L
Pipe	Pipa
H	H-beam, material berbentuk seperti H
FB	Flat Bar, plat panjang berbentuk lurus
RB	Round Bar, batang bulat panjang
WF	Wide Flange, H-beam akan tetapi dengan flange yang lebar
UNP	U-Channel Profile, material seperti siku berbentuk U
CNP	C-Channel Profile, material seperti siku berbentuk C
RHS	Rectangular Hollow Section, pipa persegi panjang
SHS	Square Hollow Section, pipa persegi

Langkah berikutnya adalah mengurutkan item dari ukuran terpanjang ke terpendek (*descending*) untuk setiap spesifikasi material. Ukuran panjang bisa didapatkan dari column length yang ada pada tabel. Luaran dari langkah ini bisa dilihat pada gambar 4 berikut.

KP	Type	partNo2	alias	thick	mtl	length	QTY	weight
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-497	L	50 X 50 X 5	A36	1690,9	1	6,37
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-497	L	50 X 50 X 5	A36	1690,9	1	6,37
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-500	L	50 X 50 X 5	A36	1525	1	5,75
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-500	L	50 X 50 X 5	A36	1525	1	5,75
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-399	L	50 X 50 X 5	A36	1421	1	5,36
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-399	L	50 X 50 X 5	A36	1421	1	5,36
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-396	L	50 X 50 X 5	A36	1355,6	1	5,11
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-396	L	50 X 50 X 5	A36	1295	1	4,88
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-503	L	50 X 50 X 5	A36	1295	1	4,88
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-501	L	50 X 50 X 5	A36	1286,5	1	4,85
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-501	L	50 X 50 X 5	A36	1286,5	1	4,85
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-398	L	50 X 50 X 5	A36	1205	1	4,54
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-398	L	50 X 50 X 5	A36	1205	1	4,54
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-502	L	50 X 50 X 5	A36	1060	1	4
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-502	L	50 X 50 X 5	A36	1060	1	4
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-397	L	50 X 50 X 5	A36	865	1	3,26
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-397	L	50 X 50 X 5	A36	865	1	3,26
25-EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	m-494	L	50 X 50 X 5	A36	850,5	1	3,21

**Gambar 4.** Luaran Data BQ Setelah Difilter dan Diurutkan

Selanjutnya dilakukan perhitungan cutting plan dengan metode FFD untuk keseluruhan item yang terdapat pada BQ. Luaran dari proses perhitungan akan ditampilkan pada tabel temporary. Adapun informasi yang dimasukkan di dalam tabel tersebut adalah KP, type,

nomor batang, part no/item, length, nomor urut item dalam batang tersebut, dan *waste*.

Contoh hasil luaran dari proses perhitungan ini ditunjukkan pada gambar 5 berikut. Sedangkan hasil detail bisa dilihat pada tabel 4 berikut. Pada contoh ini terlihat bahwa material dengan spec “L 50x50x5” dengan jenis material “A36”, pada batang 1 (pertama) bisa menampung 8 jenis item/part no. Part no pertama adalah m-497 dengan panjang 1.690,9 mm sehingga menyisakan sisa panjang material 10.309,1 mm. Nilai sisa ini berasal dari panjang material yaitu 12.000 mm (12 meter) dikurangi dengan panjang part no m-497 yaitu 1.690,9 mm. Selanjutnya part no kedua yang bisa ditampung oleh batang pertama ini adalah m-497, QTY kedua dengan panjang 1.690,9 mm. Sehingga sisa material sampai saat ini adalah 10.309,1 mm dikurangi 1.690,1 mm menjadi 8.618,2 mm. Part no ketiga adalah m-500 dengan panjang 1.525 mm, dan seterusnya hingga part no terakhir yaitu m-503 dengan panjang 1.295 mm.

Setelah dihitung untuk semua part no, sisa material untuk batang pertama ini adalah 75,60 mm. Dengan sisa material ini sudah tidak ada lagi part no yang bisa dimasukkan ke dalam batang pertama ini. Sehingga perlu dibuka untuk batang kedua. Daftar lengkap hasil perhitungan *cutting plan* detail untuk spec “L 50x50x5” bisa dilihat pada tabel 4. Pada tabel 4 tersebut terlihat bahwa kebutuhan material untuk L 50x50x5 adalah sebanyak 3 batang. Di mana batang pertama berisi 8 item dengan sisa material 75,6 mm. Batang kedua berisi 11 item dengan sisa material 171 mm. Batang ketiga berisi 11 item dengan sisa material 7.075,9 mm. Jika diperhatikan, sisa material pada batang 1 dan 2 cukup kecil. Sehingga bisa dikatakan algoritma ini sudah efektif. Sedangkan pada batang ketiga, sisa material sangat besar yaitu 7.075,9 mm atau 7 meter. Sisa material yang besar ini bisa disimpan dan dimanfaatkan kembali sebagai material *offcut*. Atau sebaliknya, jika terdapat material *offcut*, maka item pada batang ketiga bisa diproduksi menggunakan material *offcut* tersebut.

Berikutnya adalah membuat summary/hasil akhir kebutuhan material. Langkah ini dilakukan dengan menjumlahkan semua batang yang digunakan dan sisa akhir material untuk setiap batang. Hasil akhir dari perhitungan bisa dilihat pada gambar 6 berikut.

Pada hasil ini terlihat bahwa untuk material L 50x50x5 dengan jenis material A36 secara keseluruhan dibutuhkan 3 batang material dengan sisa material keseluruhan adalah 7.322,5 atau sekitar 20,34 %. Material L 65x65x6 dengan jenis material A36 membutuhkan 10 batang material dengan sisa material keseluruhan adalah 21.385,6 atau sekitar 17,82 %. Material L 75x75x6 dengan jenis material A36 membutuhkan 1 batang material dengan sisa material adalah 8.798,6 atau sekitar 73,32 %. Material L 90x90x9 dengan jenis material A36 membutuhkan 1 batang material dengan sisa material adalah 10.920 atau sekitar 91 %.

[illegible]

**Gambar 5.** Luaran Data BQ Setelah Difilter dan Diurutkan

**Tabel 4** Hasil Perhitungan Cutting Plan Detail

Alias	Thick	Mtl	QTY	Part No	Length	Waste	No. Urut
L	50 X 50 X 5	A36	1	m-497	1.690,9	10.309,1	1
L	50 X 50 X 5	A36	1	m-497	1.690,9	8.618,2	2
L	50 X 50 X 5	A36	1	m-500	1.525,0	7.093,2	3
L	50 X 50 X 5	A36	1	m-500	1.525,0	5.568,2	4
L	50 X 50 X 5	A36	1	m-399	1.421,0	4.147,2	5
L	50 X 50 X 5	A36	1	m-399	1.421,0	2.726,2	6
L	50 X 50 X 5	A36	1	m-396	1.355,6	1.370,6	7
L	50 X 50 X 5	A36	1	m-503	1.295,0	<b>75,6</b>	8
L	50 X 50 X 5	A36	2	m-503	1.295,0	10.705,0	1
L	50 X 50 X 5	A36	2	m-501	1.286,5	9.418,5	2
L	50 X 50 X 5	A36	2	m-501	1.286,5	8.132,0	3
L	50 X 50 X 5	A36	2	m-398	1.205,0	6.927,0	4
L	50 X 50 X 5	A36	2	m-398	1.205,0	5.722,0	5
L	50 X 50 X 5	A36	2	m-502	1.060,0	4.662,0	6
L	50 X 50 X 5	A36	2	m-502	1.060,0	3.602,0	7
L	50 X 50 X 5	A36	2	m-397	865,0	2.737,0	8
L	50 X 50 X 5	A36	2	m-397	865,0	1.872,0	9
L	50 X 50 X 5	A36	2	m-494	850,5	1.021,5	10
L	50 X 50 X 5	A36	2	m-494	850,5	<b>171,0</b>	11
L	50 X 50 X 5	A36	3	m-395	771,3	11.228,7	1
L	50 X 50 X 5	A36	3	m-493	654,0	10.574,7	2
L	50 X 50 X 5	A36	3	m-493	654,0	9.920,7	3
L	50 X 50 X 5	A36	3	m-314	435,7	9.485,0	4
L	50 X 50 X 5	A36	3	m-314	435,7	9.049,3	5
L	50 X 50 X 5	A36	3	m-496	411,0	8.638,3	6
L	50 X 50 X 5	A36	3	m-496	411,0	8.227,3	7
L	50 X 50 X 5	A36	3	m-498	332,0	7.895,3	8
L	50 X 50 X 5	A36	3	m-498	332,0	7.563,3	9

L	50 X 50	A36	3	m-495	10
	X 5			243,7	7.319,6
L	50 X 50	A36	3	m-495	11
	X 5			243,7	<b>7.075,9</b>

KP	batchCode	Type	alias	thick	mtl	QTY	partNo	waste	persenWaste
25-EM10012	1	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	L	50 X 50 X 5	A36	3	Gabungan	7322,5	20,34
25-EM10012	1	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	L	65 X 65 X 6	A36	10	Gabungan	21385,6	17,82
25-EM10012	1	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	L	75 X 75 X 6	A36	1	Gabungan	8798,7	73,32
25-EM10012	1	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	L	90 X 90 X 9	A36	1	Gabungan	10920	91

**Gambar 6.** Hasil Akhir Perhitungan Cutting Plan

## **D. Pengujian Program**

Pengujian dilakukan dengan membandingkan data perhitungan *cutting plan* secara manual dengan perhitungan *cutting plan* menggunakan program. Contoh perbandingan data ditunjukkan pada tabel 5 berikut. Contoh ini adalah hasil perhitungan *cutting plan* untuk KP 25-EM10012 dengan Type : Steel Structure Wayang Windu Unit 3.

Secara umum, hasil akhir perhitungan *cutting plan* untuk jumlah batang adalah sama. Sedangkan untuk item di dalam batang dan sisa material sedikit berbeda. Sedangkan rata-rata keseluruhan sisa material relatif sama.

Dari hasil ini bisa dikatakan bahwa perhitungan *cutting plan* sudah sesuai dengan perhitungan manual yang selama ini dilakukan. Akan tetapi perhitungan *cutting plan* dengan program memiliki keunggulan dari sisi kecepatan. Perhitungan *cutting plan* yang dilakukan secara manual membutuhkan waktu yang bervariasi antara 30 – 180 menit per proyek, tergantung jumlah item dalam BQ. Sedangkan kecepatan perhitungan menggunakan program hanya membutuhkan waktu rata-rata 1,83 detik per proyek. Data kecepatan perhitungan program ditunjukkan pada tabel 6. Sehingga dari sisi kecepatan, program ini memberikan dampak efisiensi sebesar 99,89% dengan hasil luaran yang sama. Nilai ini didapat dengan membandingkan waktu rata-rata perhitungan program dengan waktu tercepat perhitungan manual.

Analisa juga dilakukan dengan menghitung performa algoritma. Perhitungan performa algoritma menggunakan metode Effective Utilization Rate. Pada metode penilaian performa ini hanya material yang dimanfaatkan secara maksimal yang dihitung. Sedangkan material yang tidak termanfaatkan secara maksimal tidak ikut diperhitungkan. Perhitungan nilai Utilization Rate per proyek juga bisa dilihat pada tabel 6. Dari data ini didapatkan bahwa nilai *utilization rate* rata-rata untuk algoritma FFD adalah sebesar 95,01 %.

Menggunakan konsep yang sama seperti pada *Effective Utilization Rate*, juga bisa dihitung nilai *fair waste rate*. *Fair waste rate* adalah sisa material yang dihitung terhadap material yang termanfaatkan secara maksimal. Nilai rata-rata *fair waste* untuk keseluruhan data sample adalah 4,99%. Nilai *fair waste* per proyek bisa dilihat pada tabel 6. Hal lain yang bisa dijadikan bahan analisa dan evaluasi adalah sisa material di beberapa batang material yang tinggi. Perhatikan tabel 5. Hal ini bisa dilihat dari sisa pada material 75 X 75 X 6 yang mencapai 73% dan 90 X 90 X 9 yang mencapai 91%. Hal ini bisa dipahami karena kebutuhan untuk jenis material ini memang sedikit. Permasalahan seperti ini sering terjadi di industri manufaktur dan konstruksi. Pada praktek di lapangan,

kebutuhan material yang minimal seperti ini biasanya diatasi dengan material *offcut*. Material *offcut* adalah sisa material yang masih cukup banyak dan masih layak digunakan untuk proses produksi berikutnya. Sehingga akan lebih baik jika terdapat inventory material *offcut* sehingga bisa memaksimalkan stok yang ada tanpa harus melakukan pengadaan material baru.

**Tabel 5.** Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan Program

Alias	Thick	Mtl	Manual		FFD Program	
			Batang	Sisa	Batang	Sisa
L	50 X	A36	3	7.418,56	3	7.322,50
	50 X 5			20,61		20,34
L	65 X	A36	1022.454,98		1021.385,60	
	65 X 6			18,71		17,82
L	75 X	A36	1	8.798,70	1	8.798,70
	75 X 6			73,31		73,32
L	90 X	A36	110.920,00		110.920,00	
	90 X 9			90,98		91,00

**Tabel 6.** Lama Waktu Perhitungan Cutting Plan, Utilization Rate, dan Fair Waste Terhadap Data Sample

Kode Proyek	Nama Proyek	Jumlah BQ Item	Waktu Perhitungan Program (detik)	Utilization Rate (Rata-rata, %)	Fair Waste (Rata-rata, %)
B-0001	Proyek Konstruksi 1	48.169	2	98,71	1,29
B-0002	Proyek Konstruksi 2	44.975	1	99,36	0,64
B-0003	Proyek Konstruksi 3	62.714	8	99,15	0,85
B-0004	Proyek Konstruksi 4	3.103	1	94,91	5,09
B-0005	Proyek Konstruksi 5	11.294	2	95,42	4,58
B-0006	Proyek Konstruksi 6	3.445	1	95,29	4,71
B-0007	Proyek Konstruksi 7	5.733	1	93,72	6,28
B-0008	Proyek Konstruksi 8	25.017	1	93,94	6,06
B-0009	Proyek Konstruksi 9	20.763	1	94,45	5,55
B-0010	Proyek Konstruksi 10	26.251	1	93,45	6,55
B-0011	Proyek Konstruksi 11	54.754	2	97,10	2,90



B-0012	Proyek Konstruksi 12	6.429	1	94,33	5,67
B-0013	Proyek Konstruksi 13	14.015	1	99,17	0,83
B-0014	Proyek Konstruksi 14	31.679	3	96,13	3,87
B-0015	Proyek Konstruksi 15	41.547	2	96,38	3,62
B-0016	Proyek Konstruksi 16	9.284	1	80,84	19,16
B-0017	Proyek Konstruksi 17	8.267	3	99,74	0,26
25- EM10012	Steel Structure Wayang Windu Unit 3	21.875	1	88,14	11,86

**Rata-rata 1,83 detik 95,01 % 4,99 %**

### E. Implementasi

Program yang sudah dibuat dan dianalisis nantinya akan diterapkan pada program monitoring fabrikasi yang telah ada sebelumnya. Program akan dijalankan dengan menekan sebuah tombol (button) dan program akan menjalankan stored procedure yang sudah dibuat sebelumnya. Setelah itu program akan menampilkan hasil perhitungan dalam sebuah tabel/grid.

### 4. KESIMPULAN

Implementasi program perhitungan cutting plan menggunakan algoritma FFD (First Fit Decreasing) berhasil dilakukan dengan baik. Secara umum, hasil perhitungan cutting plan sama dengan hasil perhitungan manual yang dilakukan oleh petugas. Hanya saja item dan waste di setiap batangnya terdapat sedikit perbedaan. Dengan hasil ini dapat disimpulkan bahwa perhitungan cutting plan yang dilakukan menggunakan program sudah sesuai dengan kebutuhan.

Kelebihan dari implementasi program ini adalah dari sisi kecepatan pemrosesan. Di mana jika dilakukan secara manual, proses perhitungan cutting plan membutuhkan waktu yang bervariasi antara 30-180 menit per proyek, tergantung volume pekerjaan. Akan tetapi dengan menggunakan program, hanya membutuhkan waktu rata-rata 1,83 detik per proyek. Hal ini memberikan dampak efisiensi dari segi waktu sebesar 99,89%. Sehingga waktu yang berhasil diefisienkan bisa digunakan untuk aktivitas lain.

Kinerja algoritma juga berhasil dihitung dengan menggunakan metode Effective Utilization Rate. Rata-rata nilai UR untuk keseluruhan proyek adalah 95,01%. Sedangkan nilai fair waste adalah sebesar 4,99%.

Harapannya, nantinya program bisa diintegrasikan dengan data stok material, baik material utuh maupun material offcut. Sehingga, akan mempermudah pembuatan keputusan terkait pengadaan material.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT Bukaka Teknik Utama, "PT Bukaka Teknik Utama – Brief Profiles and Milestone," 25 10 2025. [Online]. Available: <https://www.bukaka.com/web/about/brief-profile-milestones.html>.
- [2] IndoPremier, "Bukaka (BUKK) Ekspor 215 Unit SRP Surface ke ONGC Selama 2024," 25 10 2025. [Online]. Available: [https://indopremier.com/ipotnews/newsDetail.php?news\\_id=467228](https://indopremier.com/ipotnews/newsDetail.php?news_id=467228).
- [3] PT Bukaka Teknik Utama, "Paparan Publik Kinerja Tahunan 2024 dan Maret 2025," PT Bukaka Teknik Utama, Tbk, Bogor, 2025.
- [4] M. S. D. Riyanto dan M. Solikin, "Analisis Perbandingan Waste Metode Distribusi dengan Software Cutting Optimization Pro pada Pekerjaan Penulangan Pilecap (Studi Kasus: Proyek XYZ Semarang)," dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, Surakarta, 2023.
- [5] I. G. N. E. Partama, I. G. M. Sudika dan E. L. B. Saputra, "Analisis Sisa Besi Tulangan Menggunakan Software Cutting Optimization Pro pada Konstruksi Gedung (Studi Kasus: Proyek Villa Stilo, Bali)," *Jurnal Teknik Gradien*, vol. 2, no. 15, pp. 30-38, 2023.
- [6] S. Sabry, W. Hartono dan S. Sugiyarto, "Model Optimasi Pemotongan Besi Tulangan Pelat Lantai dengan Program Linear," *Matriks Teknik Sipil*, vol. 3, no. 1, 2013.
- [7] A. C. Dikili, A. C. Takinacı dan N. A. Pek, "A New Heuristic Approach to One-Dimensional Stock-Cutting Problems with Multiple Stock Lengths in Ship Production," *Ocean Engineering*, vol. 35, no. 7, pp. 637-645, 2008.
- [8] V. P. Terán, A. A. Alonso dan C. M. Javier, "Mathematical Optimisation in the Honeycomb Cardboard Industry: A Model for the 2D Variable-Sized Cutting Stock Problem," *European Journal of Operational Research*, vol. 1, no. 319, 2024.
- [9] G. M. Melega, S. A. de Araujo dan R. Jans, "Classification and Literature Review of Integrated Lot-Sizing and Cutting Stock Problems," *European Journal of Operational Research*, vol. 1, no. 271, 2018.
- [10] A. C.-C. Yao, "New Algorithms for Bin Packing," *Journal of the ACM*, vol. 2, no. 27, 1980.
- [11] D. S. Johnson, "Fast Algorithms for Bin Packing," *Journal of Computer and System Sciences*, vol. 3, no. 8, 1974.
- [12] G. Dósa, R. Li, X. Han dan Z. Tuza, "Tight Absolute Bound for First Fit Decreasing Bin Packing," *Theoretical Computer Science*, no. 510, 2013.
- [13] K. C. Ágoston, "The Effect of Welding on the One-Dimensional Cutting-Stock Problem," *Advances in Operations Research*, no. 2019, 2019.





- [14] I. W. Muka, M. A. Widyatmika dan I. M. N. Antara, "Analisis Perbandingan Waste Besi Tulangan Metode Konvensional dengan Software Cutting Optimization Pro," *TEKNIKA*, vol. 2, no. 15, 2023.
- [15] D. Kurniawan dan M. Ujianto, "Optimasi Perhitungan Kebutuhan Tulangan dan Waste Shear Wall Menggunakan Cutting Optimization Pro pada Proyek MRT Jakarta," dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS*, Surakarta, 2023.
- [16] M. S. Anam, S. Sumiyati dan R. Purwaningsih, "Perbandingan Layout Potongan dan Pengadaan Besi Menggunakan Opticutter," *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, vol. 2, no. 2, 2024.
- [17] F. Brandão dan J. P. Pedroso, "Fast Pattern-Based Algorithms for Cutting Stock," *Computers & Operations Research*, no. 48, 2014.
- [18] R. Vishwakarma dan P. L. Powar, "An Efficient Mathematical Model for Solving One-Dimensional Cutting Stock Problem Using Sustainable Trim," *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering*, no. 3, 2021.
- [19] N. S. M. Mussafi, "Application of Cutting Stock Problem in Minimizing the Waste of Al-Quran Cover," *Kaunia: Integration and Interconnection Islam and Science Journal*, vol. 1, no. 12, 2016.
- [20] S. Saptadi, D. Nurkertamanda dan A. Permanasari, "Optimasi Cutting Stock pada Industri Pemotongan Kertas dengan Integer Linear Programming," *Jurnal Teknik Industri, Undip*, vol. 1, no. 2, 2007.