volume material yang harus dibeli dari *quarry* terpilih dan volume material sisa yang terjadi.

2. Mengetahui indikator nilai nol pada *opportunity cost* dari *quarry* optimal.
3. Mengetahui harga minimum dari hasil optimalisasi pemilihan *quarry* sebagai sumber daya material untuk proyek Jalan Yogya-Prambanan .

1.4. BATASAN PENELITIAN

Untuk membatasi variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini maka variabel yang akan digunakan akan ditentukan , karena variabel-variabel yang ada akan berpengaruh dalam menentukan fungsi tujuan dan fungsi kendala dari masalah yang akan diteliti. Variabel terkait untuk dapat mengoptimalkan biaya material *AC Base Course* dengan pemilihan berbagai *quarry* yang ada berdasarkan spesifikasi agregat yang telah ditentukan adalah sebagai berikut :

Variabel Kontrol, yaitu variabel bebas yang pengaruhnya terhadap variabel tergantung dikendalikan dengan cara menjadikan pengaruhnya terbatas atau netral. Yang menjadi variabel kontrol pada penelitian ini adalah :

1. Sisa material (agregat) dianggap merupakan suatu kerugian karena penumpukan material bisa dianggap sebagai modal menganggur (*idle money*).

1.6. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan untuk dapat mengoptimalkan biaya pengadaan agregat sebagai material *AC Base Course*.

b. Memberikan masukan kepada perusahaan untuk lebih memperhitungkan kegiatan penelitian yang bertujuan mengefektifkan pelaksanaan proyek dan mengefisienkan biaya proyek.

c. Dapat dijadikan masukan untuk penelitian selanjutnya.

2.2.3. Kesimpulan

Dengan menggunakan kombinasi produk optimal terbukti bisa meningkatkan produktivitas perusahaan dan salah satu alat pendukung keputusan yang bisa digunakan untuk menentukan kombinasi produk yang optimal adalah dengan menggunakan *linear programming*.

Tabel 3.1. Spesifikasi Batas-batas Gradasi untuk Kombinasi Agregat dan Bahan Pengisi pada campuran AC.

Ukuran ayakan	No. ayakan	Persentase lolos
25.0 mm	1"	100
19.0 mm	¾"	100
12.7 mm	½"	75 – 100
9.5 mm	3/8"	60 – 85
4.75 mm	No. 4	38 – 55
2.36 mm	No. 8	27 – 40
600 µm	No. 30	14 – 24
300 µm	No. 50	9 – 18
150 µm	No. 100	5 – 12
75 µm	No. 200	2 – 8

(Sumber : Buku III Perjanjian Kontrak)

Lapis perkerasan *Asphalt Concrete (AC) Base Course* merupakan lapis pondasi atas pada *rigid pavement*. Pekerjaan pembuatan lapis pondasi atas perkerasan jalan *AC Base Course* harus berdasarkan kriteria atau ketentuan yang harus dipenuhi, antara lain bahan yang dipakai dalam campuran *AC Base Course* dari agregat yang bergradasi seragam, bahan pengisi dan aspal semen. Bahan yang akan digunakan harus diperiksa untuk kemudian dilakukan pencampuran untuk mendapatkan proporsi masing-masing bahan dalam campuran (*Job Mix Formula*), berdasarkan pada peraturan standar *AASHTO* T 245. Standar spesifikasi dari sifat campuran seperti pada tabel 3.2.

b. Adanya fungsi tujuan dari variabel keputusan dan dapat digambarkan sebagai satu set fungsi linier.

c. Keterbatasan sumber daya maupun sumber dana dapat pula digambarkan dalam satu set fungsi linier.

Dengan persyaratan tersebut, suatu persoalan baru bisa disebut programa linier karena untuk mencari keputusan yang optimal didasarkan oleh keterbatasan sumber daya dan disebut linier karena fungsi batasan dan fungsi tujuan berbentuk linier. Jadi programa linier merupakan perencanaan kegiatan untuk mencapai tujuan tertentu yang dipilih dari alternatif-alternatif yang ada.

3.4.1. Programa Linier Strategi Bagi Teknik Optimalisasi

Program linier merupakan model matematika untuk menggambarkan suatu masalah, karena sifatnya yang linier maka fungsi matematik yang ada dalam model ini harus merupakan fungsi linier.

Teknik optimalisasi adalah suatu metode perencanaan dimana menentukan jumlah produksi yang paling baik atau paling cepat sehingga dapat memberikan keuntungan yang maksimum atau dapat menekan biaya operasi yang minimum. Model ini mengalokasikan fasilitas-fasilitas dalam jumlah terbatas yang tersedia, antara lain : bahan baku, mesin, tenaga kerja dan modal sedemikian rupa sehingga kondisi optimal dapat dicapai.

membagi nilai pada kolom NK dengan nilai yang sebaris dengan kolom kunci.

$$Indeks = \frac{Nilai\ kolom\ NK}{Nilai\ kolom\ Kunci}$$

Pilih baris dengan indeks positif dengan angka terkecil. Nilai yang termasuk dalam kolom kunci dan baris kunci kemudian disebut angka kunci *(pivot)*.

5. Mengubah nilai-nilai baris kunci

   Nilai baris kunci diubah dengan cara membaginya dengan angka kunci. Ganti variabel dasar pada garis tersebut dengan variabel yang terdapat dibagian atas kolom kunci.

6. Nilai baris yang lain.

   Baris kunci dapat diubah dengan rumus sebagai berikut :

   Baris baru = baris lama – (koefisien pada kolom kunci) X nilai baru baris kunci.

7. Melanjutkan perbaikan-perbaikan atau perubahan-perubahan.

   Mengulangi langkah perbaikan mulai langkah tiga sampai enam untuk memperbaiki tabel yang sudah di ubah atau diperbaiki nilainya. Perubahan baru berhenti setelah pada baris pertama (fungsi tujuan) tidak ada yang bernilai negatif.

d. ***Current Objective Coeffisient***

Current Objective Coeffisient menunjukkan besarnya koefsien fungsi tujuan semula.

e. ***Constraint Status***

Constraint Status menunjukkan status batasan dari masing-masing sumber daya.

f. Status : *Loose* (longgar)

Menunjukkan status bahwa sumber daya ini belum dimanfaatkan secara maksimal sehingga terdapat sisa material.

g. Status : *Tight* (ketat)

Sumber daya telah dimanfaatkan secara maksimal sehingga tidak terdapat sisa material.

h. ***Surplus***

Menunjukkan besarnya nilai sisa sumber daya. Bila status sumber daya tersebut *loose* berarti terdapat *surplus* dan bila status sumber daya tersebut *tight*, maka nilai *surplus* sumber daya tersebut nol atau tidak terdapat sisa (*surplus*).

Persamaan kendala kelima, keenam, ketujuh, kedelapan dan kesembilan adalah persamaan kendala untuk jumlah material minimal yang mungkin untuk tiap-tiap *quarry*. Persamaan-persamaan tersebut adalah sebagai berikut :

(5) $\mathbf{X1 \geq 0}$

(6) $\mathbf{X2 \geq 0}$

(7) $\mathbf{X3 \geq 0}$

(8) $\mathbf{X4 \geq 0}$

(9) $\mathbf{X5 \geq 0}$

X_1 = Jumlah material optimal dalam m^3 dari *quarry* I (Kali Progo).

X_2 = Jumlah material optimal dalam m^3 dari *quarry* II (Tinalah).

X_3 = Jumlah material optimal dalam m^3 dari *quarry* III (Celereng).

X_4 = Jumlah material optimal dalam m^3 dari *quarry* IV (Merapi).

X_5 = Jumlah material optimal dalam m^3 dari *quarry* V (Gunung Kidul).

dibagi dengan jumlah material yang dibutuhkan dari *Quarry* Tinalah, maka akan terinci sebagai berikut :

$$\frac{\textbf{Rp.545562496,0 - Rp. 545562496,00}}{\textbf{25979.17}} = \text{Rp. } 0{,}00$$

Jadi kehilangan kesempatan untuk memperoleh laba *(opportunity cost)* yang ada pada *quarry* Tinalah adalah sebesar Rp. 0,00 / m3 untuk pengambilan material sebesar 25979.17 m^3.

- *Quarry* Celereng(X3)

  Opportunity Cost = Rp 5735,00

  Solusi Optimal = Rp. 545562496,00

  Harga 1 m^3 = Rp 22.000,00

Dengan karakteristik yang dimiliki *Quarry* Celereng, maka jumlah material yang diperoleh dari *quarry* tersebut untuk memenuhi kebutuhan material proyek adalah sebanyak 32815.79 m^3. Biaya total yang harus dikeluarkan untuk mendatangkan material sebanyak 32815.79 m^3 x Rp. 22000,00 = Rp. 721947368,4. Biaya total tersebut bila dikurangi dengan biaya solusi optimal dan dibagi dengan jumlah material yang dibutuhkan dari *Quarry* Celereng, maka akan terinci sebagai berikut :

$$\frac{\textbf{Rp.721947368,4 - Rp. 545562496,00}}{\textbf{32815.79}} = \text{Rp. } 5375{,}00$$

Jadi kehilangan kesempatan untuk memperoleh laba *(opportunity cost)* yang ada pada *quarry* Celereng adalah sebesar

Rp. 5375,00 / m3 untuk pengambilan material sebesar 32815.79 m^3.

- *Quarry* Merapi(X4)

  Opportunity Cost = Rp 3249,999

  Solusi Optimal = Rp. 545562496,00

  Harga 1 m^3 = Rp19.000,00

  Dengan karakteristik yang dimiliki *Quarry* Merapi, maka jumlah material yang diperoleh dari *quarry* tersebut untuk memenuhi kebutuhan material proyek adalah sebanyak 34638,89 m^3. Biaya total yang harus dikeluarkan untuk mendatangkan material sebanyak 34638,89 m^3 x Rp. 19.000,00 = Rp.658138888,9. Biaya total tersebut bila dikurangi dengan biaya solusi optimal dan dibagi dengan jumlah material yang dibutuhkan dari *Quarry* Merapi, maka akan terinci sebagai berikut :

  $$\frac{\textbf{Rp.658138888,9 - Rp. 545562496,00}}{\textbf{34638,89}} = \text{Rp. } 3249,99$$

  Jadi kehilangan kesempatan untuk memperoleh laba *(opportunity cost)* yang ada pada *quarry* Merapi adalah sebesar Rp. 3249,99 / m3 untuk pengambilan material sebesar 34638,89 m^3.

- *Quarry* Gunung Kidul(X5)

  Opportunity Cost = Rp 7562.499

  Solusi Optimal = Rp. 545562496,00

  Harga 1 m^3 = Rp20.000,00