**Jurnal Mitra Teknik Sipil**
Vol. 1, No. 1, Agustus 2018: hlm 65-71

# OPTIMASI PRODUKSI BETON *READY MIX* DENGAN METODE *LINEAR PROGRAMMING*

**Andaru Salim[1] dan Iwan B. Santoso[2]**

[1]*Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S Parman No.1, Jakarta*
*Email: andarusalim@gmail.com*
[2] *Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S Parman No.1 Jakarta*
*Email: iwsantoso@hotmail.com*

## ABSTRAK

Pabrik beton adalah elemen penting dalam setiap proses konstruksi yang berkaitan dengan beton. Banyaknya proyek konstruksi baik skala kecil maupun besar menjadikan industri beton sangat dibutuhkan. Studi ini menganalisa masalah pengoptimalan produksi beton untuk mendapatkan keuntungan yang maksimum. Metode *Linear Programming* merupakan teknik matematika yang dirancang untuk membantu dalam merencanakan dan membuat keputusan dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan. *Linear Programming* terdiri dari *decision variable*, *objective function*, dan *constraint*. Penelitian ini menggunakan metode *Linear Programming* yang diterapkan pada pabrik beton *ready mix* dan berlokasi di Jakarta Barat. Penelitian menggunakan 29 jenis beton siap pakai. Data yang telah didapat diolah dengan program *Lingo*. Setelah mengolah data, diperoleh hasil produksi yang dapat memenuhi permintaan konsumen dan mendapat keuntungan maksimum sebesar Rp. 4.035.130.000,-. Adapun kondisi produksi tidak dapat memenuhi permintaan konsumen, dengan metode ini akan mendahulukan produksi yang memiliki nilai keuntungan yang lebih besar terlebih dahulu.

Kata kunci: Pengoptimalan, Pabrik Beton, Beton *Ready Mix*, *Linear Programming*

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman, konstruksi pembangunan dan pengembangan wilayah di Indonesia semakin meningkat. Pembangunan di berbagai sektor terlihat dengan adanya fasilitas-fasilitas seperti gedung, jalan raya, dan pembangunan lainnya yang sedang berkembang pesat khususnya di ibukota Jakarta. Dalam bidang teknik sipil secara umum, pembangunan di bidang struktur tidak lepas dari penggunaan beton sebagai material struktur. Untuk itu kemajuan teknologi beton sebagai bahan pembuat struktur sangat dibutuhkan dalam pembangunan insfrastruktur di berbagai tempat.

Banyaknya proyek konstruksi baik skala kecil maupun besar menjadikan industri beton sangat dibutuhkan. Industri beton siap pakai atau sering kita kenal dengan sebutan *ready mix concrete* adalah industri yang bergerak di bidang jasa penyediaan beton segar siap pakai. Dalam pembuatan beton siap pakai (*ready mix concrete*) meng-gunakan sarana pendukung yang lebih modern yaitu dengan alat yang sering disebut dengan *Batching Plant*. Sarana pendukung lainnya yang membantu proses produksi beton antara lain adalah *loader*, *genset* dan *truck mixer* sebagai sarana pengiriman kepada konsumen.

Beton dibuat dari semen, air, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu kerikil) ditambah dengan *admixtures*, dan beberapa bahan lainnya. Bahan-bahan tersebut menghasilkan beton berkekuatan tinggi dan memiliki daya tahan tertentu, sehingga sangat cocok untuk tujuan pekerjaan yang diinginkan. Kebutuhan akan beton meningkat setiap tahunnya dapat dilihat dari meningkatnya konsumsi semen berdasarkan (Santoso, 2018) selaku ketua umum Asosiasi Semen Indonesia yang diwawancarai oleh berita satu, menyatakan penjualan semen domestik mencapai 5,68 juta ton pada Januari 2018, naik 10% dibanding bulan dan tahun lalu. Kenaikan itu disebabkan oleh maraknya pembangunan infrastruktur di hampir seluruh wilayah Indonesia.

Suatu metode tentu diperlukan untuk mengatasi permasalahan di atas. Metode yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah metode *Linear Programming*. Metode *Linear Programming* adalah salah satu teknik dari Riset Operasi untuk memecahkan persoalan optimasi dengan menggunakan persamaan dan ketidaksamaan *linear* untuk mencari pemecahan yang optimum dengan memperhatikan pembatasan-pembatasan yang ada. Maka dari itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai permasalahan yang ada.

### Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diidentifikasikan masalah yang akan dijadikan bahan penelitian yaitu bagaimana permintaan beton yang semakin meningkat agar dapat mencapai target produksi dengan keuntungan yang maksimum.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang dituliskan di atas, masalah yang perlu untuk dibahas yaitu bagaimana cara mengoptimalkan jumlah produksi beton *ready mix* dan memaksimumkan keuntungan?

### Tujuan Penelitian

1. Membuat pemodelan *Linear Programming* agar dapat menentukan jumlah produksi beton *ready mix* dan memaksimalkan keuntungan.
2. Menganalisis hasil optimasi produksi beton *ready mix*.

### Batasan Penelitian

1. Metode perhitungan yang digunakan adalah *Linear Programming*.
2. Penelitian dilakukan pada PT X yang berada di Jakarta Barat.
3. Produk yang diteliti yaitu beton *ready mix*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Produksi

Produksi merupakan suatu kegiatan yang dikerjakan untuk menambah nilai guna suatu benda atau menciptakan benda baru sehingga lebih bermanfaat dalam memenuhi kebutuhan. Produksi tidak hanya terbatas pada pembuatannya saja tetapi juga penyimpanan, distribusi, pengangkutan, pengeceran, dan pengemasan kembali atau yang lainnya (Millers dan Meiners, 2000). Menurut Ahman (2004), faktor produksi merupakan unsur-unsur yang dapat digunakan atau dikorbankan dalam proses produksi. Faktor-faktornya yaitu :

1. Tenaga Kerja

Merupakan faktor produksi yang penting dan perlu diperhitungkan dalam proses produksi dalam jumlah yang cukup, bukan hanya dilihat dari tersedianya jumlah tenaga kerja tetapi juga kualitas dan macam tenaga kerja perlu diperhitungkan.

2. Modal

Modal proses produksi dibedakan menjadi dua macam, yaitu modal tetap dan modal tidak tetap, dimana perbedaan tersebut disebabkan karena ciri-ciri yang dimiliki oleh modal tersebut. Faktor produksi seperti tanah, bangunan, dan mesin-mesin dimasukkan ke dalam modal tetap dan sering disebut investasi. Modal tetap adalah biaya yang dilakukan dalam proses produksi dan tidak habis dalam sekali proses produksi. Modal tidak tetap adalah biaya yang dikeluarkan dalam proses produksi dan habis dalam waktu satu kali produksi, misalnya modal yang dikeluarkan untuk membeli bahan baku penolong dan yang dibayarkan untuk pembayaran tenaga kerja.

3. Manajemen

Dalam suatu usaha peranan manajemen menjadi sangat penting dan strategis. Manajemen terdiri dari perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, serta evaluasi dalam suatu proses produksi dalam praktiknya faktor manajemen banyak dipengaruhi oleh berbagai aspek antara lain tingkat pendidikan, tingkat ketrampilan, skala usaha, besar kecilnya kredit, macam komoditas serta teknologi yang digunakan. Untuk menghasilkan suatu produk, maka diperlukan pengetahuan hubungan antara faktor produksi atau *input* dengan *output*.

### Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusun yang terdiri dari bahan semen sebagai bahan ikatnya, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambahan lainnya. Beton didefinisikan sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya (Nawy, 1990). Menurut Murdock dan Brook (1999), secara jelas menyebutkan bahwa beton adalah suatu bahan bangunan dan bahan konstruksi, yang sifat-sifatnya dapat ditentukan lebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. Bahan-bahan pilihan itu adalah ikatan keras, yang ditimbulkan oleh reaksi kimia antar semen dan air, serta agregat, dimana semen

yang mengeras itu ber-adhesi dengan baik maupun kurang baik. Agregat boleh berupa kerikil, batu pecah, sisa bahan mentah tambang, agregat ringan buatan, pasir, atau bahan sejenis lainnya. Kekuatan, keawetan, dan sifat beton tergantung dari nilai perbandingan bahan dasar beton, sifat bahan dasarnya, cara pengadukan, pengerjaan, penuangan, pemadatan serta perawatan selama proses pengerasan. Untuk membuat beton yang baik maka harus diperhitungkan cara mendapatkan adukan beton segar yang baik dan beton keras yang dihasilkan juga baik. Pencapaian kuat beton yang baik perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya karena umumnya semakin keras dan padat massa penyusunnya makin tinggi kekuatan dan *durability*-nya.

## Bahan Penyusun Beton

Bahan-bahan penyusun beton yaitu :

1. Semen Portland (PC)
Semen merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling *clinker* yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung *silika*, *aluminia*, dan *oxid* besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis (Tjokrodimulyo, 1992).

2. Air
Menurut Mulyono (2005), dalam pembuatan beton, air menjadi sangat penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan naik ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapisan-lapisan beton dan membuat menjadi lemah.

3. Agregat
Menurut Mulyono (2005), agregat merupakan butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga berupa hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alam. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangat penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 60% - 80% dari volume total beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton. Agregat dibedakan menjadi dua macam yaitu agregat kasar dan agregat halus, agregat kasar dapat didapat secara alami dan buatan.

4. Bahan Tambah Beton (*Admixtures*)
Fungsi dari bahan tambah adalah memodifikasi perilaku beton. Pemakaian bahan tambah ini harus dengan *trial mix*, agar terpenuhi syarat-syarat yang diinginkan sehubungan dengan pemakaian bahan tambah ini dan tidak ada efek yang merugikan (mempengaruhi keawetan).

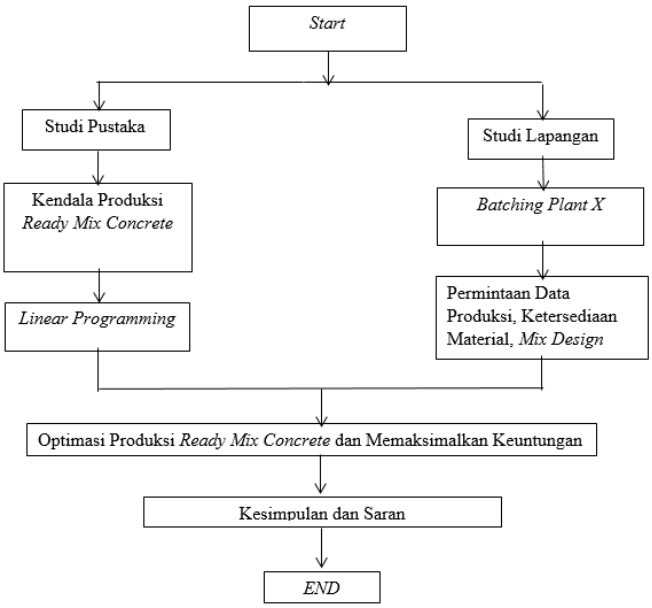
## Pemrograman Linier

Pemrograman linear adalah suatu teknik matematika yang dirancang untuk membantu manajer dalam merencanakan dan membuat keputusan dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan perusahaan. Tujuan perusahaan pada umumnya adalah memaksimalkan keuntungan. Namun karena terbatasnya sumber daya, maka dapat juga perusahaan meminimalkan biaya (Pangalajo, 2009).

Menurut Russel dan Taylor (2003) model dari *linear programming* mengandung beberapa komponen dan karakteristik yang umum. Model tersebut meliputi *decision variables, objective function,* dan *model constraints. Decision variable* merupakan peubah-peubah yang membentuk fungsi tujuan dan kendala tersebut harus memiliki hubungan fungsional atau hubungan keterkaitan. Hubungan keterkaitan tersebut dapat diartikan sebagai hubungan yang saling mempengaruhi, hubungan interaksi, timbal-balik, dan sebagainya. *Objective function* merupakan fungsi yang menggambarkan tujuan di dalam permasalahan *linear programming* yang berkaitan dengan pengaturan sumber daya secara optimum, untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal. Nilai yang akan dioptimalkan dinyatakan sebagai Z. *Model constraint* merupakan bentuk penyajian secara matematis batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Seluruh langkah kerja yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat melalui kerangka berpikir yang dapat dilihat melalui gambar 1.




Gambar 1. Kerangka Berpikir

### Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh, kemudian akan diolah menggunakan metode *Linear Programming*. Langkah-langkah yang akan dilakukan untuk pengolahan data adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengumpulan data-data yang telah didapat untuk dianalisis.
2. Melakukan *sortir* data yang telah didapat agar lebih mudah untuk dianalisis.
3. Menentukan *decision variable* dan dinyatakan dalam bentuk simbol.
4. Menentukan *objective function* yang berhubungan dengan *decision variable* yang ada.
5. Menentukan *model constraint* atau batasan yang ada berdasarkan data yang telah didapat lalu menuliskan bentuk persamaan atau pertidaksamaan berdasarkan *decision variable* yang ada.
6. Melakukan pengolahan data menggunakan metode *linear programming* dengan bantuan program *Lingo*.
7. Menganalisis hasil optimasi dengan menggunakan metode *Linear Programming*.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keuntungan Beton yang Dijual

Diasumsikan keuntungan beton 25 % dari harga jual, sehingga keuntungan dari penjualan beton *ready mix* adalah :

1. Keuntungan mutu beton K600 Non Fly Ash : Rp. 287.500,-
2. Keuntungan mutu beton K550 Non Fly Ash : Rp. 271.250,-
3. Keuntungan mutu beton K500 Non Fly Ash : Rp. 260.000,-
4. Keuntungan mutu beton K450 Non Fly Ash : Rp. 246.250,-
5. Keuntungan mutu beton K400 Non Fly Ash : Rp. 236.250,-
6. Keuntungan mutu beton K375 Non Fly Ash : Rp. 231.250,-
7. Keuntungan mutu beton K350 Non Fly Ash : Rp. 225.000,-
8. Keuntungan mutu beton K300 Non Fly Ash : Rp. 213.750,-
9. Keuntungan mutu beton K250 Non Fly Ash : Rp. 203.750,-
10. Keuntungan mutu beton K225 Non Fly Ash : Rp. 200.000,-
11. Keuntungan mutu beton K175 Non Fly Ash : Rp. 190.000,-
12. Keuntungan mutu beton K125 Non Fly Ash : Rp. 176.250,-
13. Keuntungan mutu beton K100 Non Fly Ash : Rp. 170.000,-
14. Keuntungan mutu beton K600 Fly Ash : Rp. 281.250,-
15. Keuntungan mutu beton K550 Fly Ash : Rp. 268.750,-
16. Keuntungan mutu beton K500 Fly Ash : Rp. 253.750,-
17. Keuntungan mutu beton K450 Fly Ash : Rp. 240.000,-

18. Keuntungan mutu beton K425 Fly Ash : Rp. 235.000,-
19. Keuntungan mutu beton K400 Fly Ash : Rp. 300.000,-
20. Keuntungan mutu beton K350 Fly Ash : Rp. 218.750,-
21. Keuntungan mutu beton K300 Fly Ash : Rp. 207.500,-
22. Keuntungan mutu beton K275 Fly Ash : Rp. 202.500,-
23. Keuntungan mutu beton K250 Fly Ash : Rp. 197.500,-
24. Keuntungan mutu beton K225 Fly Ash : Rp. 193.750,-
25. Keuntungan mutu beton K200 Fly Ash : Rp. 188.750,-
26. Keuntungan mutu beton K175 Fly Ash : Rp. 183.750,-
27. Keuntungan mutu beton K150 Fly Ash : Rp. 177.500,-
28. Keuntungan mutu beton K125 Fly Ash : Rp. 170.000,-
29. Keuntungan mutu beton K100 Fly Ash : Rp. 163.750,-

## Pemodelan Linear Programming

*Decision Variable* :

$X_1$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K600 Non Fly Ash, $X_2$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K550 Non Fly Ash ,
$X_3$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K500 Non Fly Ash , $X_4$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K450 Non Fly Ash,
$X_5$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K400 Non Fly Ash, $X_6$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K375 Non Fly Ash,
$X_7$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K350 Non Fly Ash, $X_8$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K300 Non Fly Ash,
$X_9$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K250 Non Fly Ash, $X_{10}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K225 Non Fly Ash,
$X_{11}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K175 Non Fly Ash, $X_{12}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K125 Non Fly Ash,
$X_{13}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K100 Non Fly Ash, $X_{14}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K600 Fly Ash,
$X_{15}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K550 Fly Ash, $X_{16}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K500 Fly Ash,
$X_{17}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K450 Fly Ash, $X_{18}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K425 Fly Ash,
$X_{19}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K400 Fly Ash, $X_{20}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K350 Fly Ash,
$X_{21}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K300 Fly Ash, $X_{22}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K275 Fly Ash,
$X_{23}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K250 Fly Ash, $X_{24}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K225 Fly Ash,
$X_{25}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K200 Fly Ash, $X_{26}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K175 Fly Ash,
$X_{27}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K150 Fly Ash, $X_{28}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K125 Fly Ash,
$X_{29}$ = Jumlah beton *ready mix* mutu K100 Fly Ash

*Objective Function* :

*Obejective Function* dari penelitian ini adalah untuk memaksimalkan keuntungan. Nilai yang digunakan untuk membuat model dalam penelitian ini adalah nilai keuntungan produksi.

*Maximize* $Z = 287500 * X_1 + 271250 * X_2 + 260000 * X_3 + 246250 * X_4 + 236250 * X_5 + 231250 * X_6 + 225000 * X_7 + 213750 * X_8 + 203750 * X_9 + 200000 * X_{10} + 190000 * X_{11} + 176250 * X_{12} + 170000 * X_{13} + 281250 * X_{14} + 268750 * X_{15} + 253750 * X_{16} + 240000 * X_{17} + 235000 * X_{18} + 230000 * X_{19} + 218750 * X_{20} + 207500 * X_{21} + 202500 * X_{22} + 197500 * X_{23} + 193750 * X_{24} + 188750 * X_{25} + 183750 * X_{26} + 177500 * X_{27} + 170000 * X_{28} + 163750 * X_{29}$

*Constraint* :

Berdasarkan ketersediaan bahan semen :

$605 * X_1 + 555 * X_2 + 505 * X_3 + 455 * X_4 + 405 * X_5 + 380 * X_6 + 355 * X_7 + 305 * X_8 + 255 * X_9 + 230 * X_{10} + 180 * X_{11} + 130 * X_{12} + 105 * X_{13} + 454 * X_{14} + 416 * X_{15} + 379 * X_{16} + 341 * X_{17} + 325 * X_{18} + 304 * X_{19} + 266 * X_{20} + 229 * X_{21} + 210 * X_{22} + 191 * X_{23} + 173 * X_{24} + 154 * X_{25} + 135 * X_{26} + 116 * X_{27} + 98 * X_{28} + 79 * X_{29} \leq 5856950$

Berdasarkan ketersediaan bahan fly ash

$0 * X_1 + 0 * X_2 + 0 * X_3 + 0 * X_4 + 0 * X_5 + 0 * X_6 + 0 * X_7 + 0 * X_8 + 0 * X_9 + 0 * X_{10} + 0 * X_{11} + 0 * X_{12} + 0 * X_{13} + 151 * X_{14} + 139 * X_{15} + 126 * X_{16} + 114 * X_{17} + 105 * X_{18} + 101 * X_{19} + 89 * X_{20} + 76 * X_{21} + 70 * X_{22} + 64 * X_{23} + 57 * X_{24} + 51 * X_{25} + 45 * X_{26} + 39 * X_{27} + 32 * X_{28} + 26 * X_{29} \leq 1029931$

Berdasarkan ketersediaan bahan air

$234 * X_1 + 211 * X_2 + 195 * X_3 + 176 * X_4 + 156 * X_5 + 144 * X_6 + 137 * X_7 + 118 * X_8 + 98 * X_9 + 89 * X_{10} + 70 * X_{11} + 50 * X_{12} + 40 * X_{13} + 234 * X_{14} + 214 * X_{15} + 195 * X_{16} + 176 * X_{17} + 166 * X_{18} + 156 * X_{19} + 137 * X_{20} + 118 * X_{21} + 108 * X_{22} + 98 * X_{23} + 89 * X_{24} + 79 * X_{25} + 69 * X_{26} + 60 * X_{27} + 50 * X_{28} + 41 * X_{29} \leq 2654671$

Berdasarkan ketersediaan bahan *split*

$997 * ( X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} + X_{28} + X_{29} ) \leq 17481398$

Berdasarkan ketersediaan bahan abu batu

$164 * ( X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} + X_{28} + X_{29} ) \leq 2875576$

Berdasarkan ketersediaan bahan pasir

$607 * ( X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} + X_{28} + X_{29} ) \leq 10643138$

Berdasarkan ketersediaan bahan *additive*

$0.38 * ( X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} + X_{28} + X_{29} ) \leq 6663$

Berdasarkan *demand*

$X_1 \leq 26$, $X_2 \leq 583$, $X_3 \leq 1804$, $X_4 \leq 119$, $X_5 \leq 343$, $X_6 \leq 972$, $X_7 \leq 1903$, $X_8 \leq 644$, $X_9 \leq 145$, $X_{10} \leq 21$, $X_{11} \leq 17$, $X_{12} \leq 25$, $X_{13} \leq 55$, $X_{14} \leq 618$, $X_{15} \leq 41$, $X_{16} \leq 885$, $X_{17} \leq 210$, $X_{18} \leq 2718$, $X_{19} \leq 625$, $X_{20} \leq 2864$, $X_{21} \leq 1942$, $X_{22} \leq 25$, $X_{23} \leq 328$, $X_{24} \leq 118$, $X_{25} \leq 20$, $X_{26} \leq 15$, $X_{27} \leq 50$, $X_{28} \leq 80$, $X_{29} \leq 338$

Berdasarkan mesin bekerja 24 jam

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} \leq 50400$

Berdasarkan mesin bekerja 16 jam

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} \leq 33600$

Berdasarkan mesin bekerja 12 jam

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} \leq 25200$

Berdasarkan mesin bekerja 8 jam

$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} \leq 16800$

Untuk *constraint* berdasarkan mesin bekerja 16 jam, 12 jam, dan 8 jam memiliki *constraint* ketersediaan bahan dan *demand* yang sama seperti mesin bekerja 24 jam.

## Hasil Nilai Optimasi Produksi *Ready Mix Concrete*

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan program *lingo*, hasil optimasi yang didapat untuk mesin bekerja selama 24 jam, 16 jam, dan 12 jam adalah sebagai berikut :

$(X_1) = 26\ m^3$, $(X_2) = 583\ m^3$, $(X_3) = 1804\ m^3$, $(X_4) = 119\ m^3$, $(X_5) = 343\ m^3$, $(X_6) = 972\ m^3$, $(X_7) = 1903\ m^3$, $(X_8) = 644\ m^3$, $(X_9) = 145\ m^3$, $(X_{10}) = 21\ m^3$, $(X_{11}) = 17\ m^3$, $(X_{12}) = 25\ m^3$, $(X_{13}) = 55\ m^3$, $(X_{14}) = 618\ m^3$, $(X_{15}) = 41\ m^3$, $(X_{16}) = 885\ m^3$, $(X_{17}) = 210\ m^3$, $(X_{18}) = 2718\ m^3$, $(X_{19}) = 625\ m^3$, $(X_{20}) = 2864\ m^3$, $(X_{21}) = 1942\ m^3$, $(X_{22}) = 25\ m^3$, $(X_{23}) = 328\ m^3$, $(X_{24}) = 118\ m^3$, $(X_{25}) = 20\ m^3$, $(X_{26}) = 15\ m^3$, $(X_{27}) = 50\ m^3$, $(X_{28}) = 80\ m^3$, $(X_{29}) = 338\ m^3$

Dengan keuntungan maksimum yang didapat = Rp. 4.035.130.000,-

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan program *lingo*, hasil optimasi yang didapat untuk mesin bekerja selama 8jam adalah sebagai berikut :

$(X_1) = 26\ m^3$, $(X_2) = 583\ m^3$, $(X_3) = 1804\ m^3$, $(X_4) = 119\ m^3$, $(X_5) = 343\ m^3$, $(X_6) = 972\ m^3$, $(X_7) = 1903\ m^3$, $(X_8) = 644\ m^3$, $(X_9) = 145\ m^{3,}$ $(X_{10}) = 21\ m^3$, $(X_{11}) = 0\ m^3$, $(X_{12}) = 0\ m^3$, $(X_{13}) = 0\ m^3$, $(X_{14}) = 618\ m^3$, $(X_{15}) = 41\ m^3$, $(X_{16}) = 885\ m^3$, $(X_{17}) = 210\ m^3$, $(X_{18}) = 2718\ m^3$, $(X_{19}) = 625\ m^3$, $(X_{20}) = 2864\ m^3$, $(X_{21}) = 1942\ m^3$, $(X_{22}) = 25\ m^3$, $(X_{23}) = 312\ m^3$, $(X_{24}) = 0\ m^3$, $(X_{25}) = 0\ m^3$, $(X_{26}) = 0\ m^3$, $(X_{27}) = 0\ m^3$, $(X_{28}) = 0\ m^3$, $(X_{29}) = 0\ m^3$

Dengan keuntungan maksumum yang didapat = Rp. 3.907.768.000,-

Pada saat mesin bekerja selama 24 jam, 16 jam, dan 12 jam dapat memproduksi semua jenis beton. Pada saat mesin bekerja selama 8 jam beberapa jenis beton tidak dapat diproduksi. Beton yang tidak terproduksi yaitu : K175 Non fly ash, K125 Non fly ash, K100 Non fly ash, K225 fly ash, K200 fly ash, K175 fly ash, K150 fly ash, K125 fly ash, K100 fly ash.

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian pada saat mesin bekerja selama 24 jam/hari, 16 jam/hari, dan 12 jam/hari selama 1 bulan menunjukan bahwa *Linear Programming* dapat melakukan perencanaan jumlah produksi sesuai dengan permintaan konsumen dengan total keuntungan sebesar Rp. 4.035.130.000,- .
2. Pada saat kondisi mesin hanya bekerja 8 jam/hari selama 1 bulan semua jenis beton *ready mix* dapat diproduksi, kecuali beton dengan jenis :
   a) K175 Non fly ash.
   b) K125 Non fly ash.
   c) K100 Non fly ash.
   d) K225 fly ash.
   e) K200 fly ash.
   f) K175 fly ash.
   g) K150 fly ash.
   h) K125 fly ash.
   i) K100 fly ash.
3. Mesin tidak boleh bekerja hanya 8 jam/hari karena ada beton *ready mix* yang tidak terproduksi. Mesin bekerja secara efektif selama 12 jam/hari, karena telah memenuhi kebutuhan konsumen dan memperoleh keuntungan yang maksimum. Namun, PT X tetap beroperasi selama 24 jam, karena adanya permintaan konsumen yang dapat terjadi setiap saat.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahman. (2004). Ekonomi. Bandung : Grafindo Media Pratama

Miller, R.L. dan Meiners E, R. (2000). Teori Mikroekonomi Intermediate, penerjemah Haris Munandar. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.

Mulyono, Tri. (2005). Teknologi Beton. Yogyakarta : C.V ANDI OFFSET.

Murdock, L. J. dan Brook, K. M. (1999). Bahan dan Praktek Beton; diterjemahkan oleh Stephanus Hendarko. Jakarta: Erlangga.

Nawy, E. G. (1990). Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Jakarta: Erlangga.

Pangalajo. (2009). Pengertian Linear Programming. Depok : FMIPA Universitas Indonesia.

Russel, R. S. dan Taylor, B. W. (2003). 4thEdition, Operations Management. New Jersey : Prentice Hall, Inc.

Santoso, W. Infrastruktur Marak, Penjualan Semen Januari Tumbuh 10%. Tersedia di http://www.beritasatu.com/ekonomi/478602-infrastruktur-marak-penjualan-semen-januari-tumbuh-10.html (14 Februari 2018).

Tjokrodimulyo, Kardiyono. (1992). Bahan Bangunan. Yogyakarta : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.