

**APLIKASI PROGRAM LINEAR DALAM PROSES
PRODUKSI BETON RINGAN UNTUK MENCARI
KEUNTUNGAN MAKSIMUM**

Laporan Studi Ekskursion



Disusun oleh :

Kelompok Matematika XI MIPA 6

SMA Katolik St. Louis 1
Jalan M. Jasin Polisi Istimewa 7
Surabaya

2019

**APLIKASI PROGRAM LINEAR DALAM PROSES
PRODUKSI BETON RINGAN UNTUK Mencari
KEUNTUNGAN MAKSIMUM**

Laporan Studi Ekskursi ini disusun untuk memenuhi Penilaian
Kognitif dan Psikomotorik Matematika dan Penilaian Kognitif Bahasa
Indonesia



Disusun oleh :

Kelompok Matematika XI MIPA 6

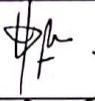
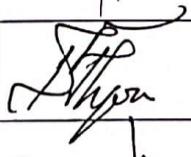
SMA Katolik St. Louis 1
Jalan M. Jasin Polisi Istimewa 7
Surabaya
2019

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Studi Ekskursi yang berjudul “Aplikasi Program Linear Dalam Proses Produksi Beton Ringan Untuk Mencari Keuntungan Maksimum” yang disusun oleh :

Albert Julio Theodorus	/ 27392 / 01
Alexander Kevin	/ 27396 / 02
John Sebastian	/ 27653 / 19
Joylyn Eleonora	/ 27672 / 20
Martina Louisa	/ 27734 / 24
Michelle Jingxia	/ 27762 / 25
Monica Maylanda	/ 27767 / 26
Nathanael Ezra	/ 27779 / 27
Nicholas Felix	/ 27790 / 29
Vincent	/ 27914 / 37

telah disetujui dan disahkan oleh...

Nama	Tanda Tangan	Tanggal	Nilai
Patricia Lilik Indriyani, S.Pd.		9/4/2019	18
Drs. Muljono		9-4-2019	17

Monica Maria Widi S., S.Pd., M.Hum.  10/5 2019 20

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa karena berkat dan penyertaan-Nya, laporan studi ekskursi berjudul “Aplikasi Program Linear Dalam Proses Produksi Beton Ringan Untuk Mencari Keuntungan Maksimum” ini dapat diselesaikan tepat pada waktu yang ditentukan. Laporan ini disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan nilai studi ekskursi pada program studi Ilmu Pengetahuan Alam kelas XI SMA Katolik SMA St. Louis 1 Surabaya. Selain itu, peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang tertibat dalam studi ekskursi serta penyusunan laporan ini, antara lain:

1. Dra. Indah Noor Aini, M.Pd. selaku kepala SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya yang telah menyetujui pelaksanaan studi ekskursi ini.
2. Patricia Lilik Indriyani, S.Pd. selaku guru bidang studi mata pelajaran penulis.
3. Drs. Muljono selaku guru Bahasa Indonesia dan pembimbing penulisan laporan studi ekskursi.
4. Angela Dianita Trisnatiti, S.Pd. dan Gangsar Septa Putra Hidayanta, S.Psi. selaku guru pembina yang mendampingi penulis selama studi ekskursi.
5. Monica Maria Widi Setyorini, S.Pd., M.Hum. selaku guru Bahasa Inggris dan pembimbing penulisan abstrak
6. PT. Sinar Indogreen Kencana, Tbk. atas kesediaannya untuk menyediakan tempat yang dapat dimanfaatkan oleh penulis sebagai objek penelitian sekaligus sebagai narasumber.
7. Pihak-pihak lain yang turut serta meyukseskan penulisan laporan ini.

Tentunya tidak ada gading yang tidak retak. Oleh karena itu, penulis memohon maaf sebesar-besarnya apabila ada kesalahan kata yang menimbulkan salah kaprah. Penulis juga berharap agar pembaca dapat memberikan saran dan kritik

guna mengembangkan laporan ini. Semoga laporan studi ekskursi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis, tetapi juga bagi pembaca.

Penulis

22 Maret 2019

ABSTRAK

Ekskursi adalah program yang diadakan oleh SMA Katolik St. Louis 1 untuk mendidik siswa tentang penerapan matematika dan ilmu pengetahuan alam yang diajarkan di sekolah. Perusahaan harus terus-menerus mendapatkan laba untuk mempertahankan bisnisnya. Salah satu cara untuk mempertahankan bisnisnya adalah dengan mengoptimalkan produksi dan efisiensi. Untuk mencapai kondisi tersebut, program linear dapat digunakan sebagai salah satu cara yang paling efisien. Studi ini membahas salah satu pengaplikasian program linier untuk mengoptimalkan produksi dan efisiensi untuk memaksimalkan keuntungan. Penelitian ini dilaksanakan di PT. Sinar Indogreen Kencana, Tbk. pada 14 Maret 2019. Penelitian dilaksanakan dengan mewawancarai beberapa karyawan di pabrik dan mengamati proses produksi. Hasilnya ternyata sangat sederhana. Produksi panel lantai jauh lebih menguntungkan daripada produksi blok AAC. Oleh karena itu, perusahaan sebaiknya menaruh perhatian lebih pada produksi panel lantai untuk mendapatkan lebih banyak keuntungan.

Kata kunci: *mengoptimalkan produksi dan efisiensi, maksimum, pemrograman linear, blok AAC, panel lantai.*

ABSTRACT

Excursion is a program held by St. Louis 1 High School to educate students about the application of science subjects taught in school. Companies must constantly earn a sufficient amount of profit in order to sustain their business. This can be done by optimizing production and efficiency. To achieve this, linear programming is one of the most efficient way to know the maximum production and efficiency. This study discusses some of many applications of linear programming to optimize production and efficiency to maximize profit. This study was conducted at Sinar Indogreen Kencana Factory on March 14, 2019. It was done by interviewing some employees in the factory and observing the process of the production. The result was surprisingly simple, showing that the production of floor panel is significantly more profitable than the production of AAC blocks. Therefore, the company should put more attention in producing floor panels in order to gain more profit.

Keywords: *optimizing production and efficiency, maximum, linear programming, AAC blocks, floor panel.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	III
KATA PENGANTAR.....	IV
ABSTRACT	VII
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR GAMBAR	IX
BAB 1.....	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH	2
C. TUJUAN PENELITIAN	2
D. MANFAAT PENELITIAN	2
BAB 2.....	4
A. TINJAUAN PUSTAKA	4
B. LANDASAN TEORI.....	12
BAB 3.....	17
A. RANCANGAN PENELITIAN	17
B. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN	17
C. POPULASI DAN SAMPEL.....	18
D. JENIS PENELITIAN	18
E. TEKNIK PENGUMPULAN DATA	19
F. INSTRUMEN PENELITIAN.....	20
G. PROSEDUR PENELITIAN	20
BAB 4.....	22
A. PROSES PEMBUATAN BETON RINGAN	22
B. RINCIAN DURASI PRODUKSI.....	24
C. PERHITUNGAN KEUNTUNGAN	25
BAB 5.....	29
A. KESIMPULAN.....	29
B. SARAN	29
DAFTAR PUSTAKA.....	31

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Rincian durasi produksi beton ringan	24
Tabel 4. 2 Rincian durasi produksi panel lantai.....	25
Tabel 4. 3 Perbandingan bahan baku	26
Tabel 4. 4 Tabel keuntungan kotor maksimum dari penjualan beton ringan dan panel lantai ditinjau dari banyaknya bahan baku yang digunakan	27
Tabel 4. 5 Perbandingan waktu produksi.....	27
Tabel 4. 6 Keuntungan kotor maksimum dari penjualan beton ringan dan panel lantai ditinjau dari waktu produksinya setiap bulan	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penentuan titik minimum dan maksimum dengan cara 1	14
Gambar 2. 2 Penentuan titik maksimum dan minimum dengan cara 2	16
Gambar 4. 1 Grafik hubungan bahan baku dengan jumlah produksi	26
Gambar 4. 2 Grafik hubungan waktu produksi dengan jumlah produksi	27

BAB 1

PENDAHULUAN

Dalam bab ini, akan disajikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.

A. Latar Belakang

Industri atau perusahaan melakukan kegiatan produksi dengan suatu tujuan ekonomi, yaitu untuk mendapatkan keuntungan. Keuntungan yang maksimal dapat diperoleh dengan cara mengoptimalkan proses produksi. Salah satu cara untuk menentukan produksi yang maksimal dan menemukan efisiensi adalah dengan menggunakan program linear.

Program linear adalah suatu metode persamaan atau pertidaksamaan linear yang digunakan untuk menentukan nilai optimum dari suatu persoalan linear. Penelitian yang akan dilakukan di PT. Sinar Indogreen Kencana ini bertujuan untuk mencari jumlah bahan baku pembuatan produk dan harga jual pembuatan produk, menentukan persamaan dan pertidaksamaan linearnya, dan mengaplikasikannya ke dalam program linear untuk mencari keuntungan maksimumnya. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui tujuan dan manfaat dari program linear dalam kehidupan sehari-hari. Dengan meneliti aplikasi program linear di dunia industri, siswa akan lebih mengerti manfaat pembelajaran di sekolah.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan di atas, permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

B.1 Bagaimana aplikasi program linear dalam menentukan keuntungan maksimum dari produksi beton ringan dan panel lantai?

B.2 Bagaimana cara meningkatkan keuntungan maksimum pada PT Sinar Indogreen Kencana?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam pengkajian ini dapat diuraikan sebagai berikut.

C.1 Menjelaskan aplikasi program linear dalam menentukan keuntungan maksimum.

C.2 Menjelaskan cara agar PT. Sinar Indogreen Kencana dapat memperoleh keuntungan maksimum.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, manfaat yang ingin diberikan oleh pengkajian ini dapat diuraikan sebagai berikut.

D.1 Bagi penulis :

D.1.1 Mengetahui proses pembuatan suatu produk beserta komponen-komponennya.

D.1.2 Mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam memproduksi suatu produk dan jumlah optimum yang dapat dihasilkan dalam kurun waktu tertentu.

D.1.3 Memahami aplikasi program linear dalam menentukan keuntungan maksimum.

D.2 Bagi pembaca :

D.2.1 Memberikan informasi mengenai produk yang dihasilkan.

D.2.2 Masyarakat dapat mengetahui cara mendapatkan jumlah optimum dalam suatu produksi.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

Dalam bab ini, peneliti akan menjelaskan mengenai tinjauan pustaka sebagai dan landasan teori.

A. Tinjauan Pustaka

A.1 Beton ringan

SK SNI T-03-3449-2002 mendefinisikan beton ringan struktural sebagai beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m^3 dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural. Beton ringan dapat juga disebut *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC).

Bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembuatan beton ringan adalah sebagai berikut :

A.1.1 Air

Air sangat diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen. Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran beton. Reaksi kimiawi yang terjadi antara semen dengan air akan menghasilkan karakteristik pada pasta semen. Oleh karena itu, perbandingan yang akan menentukan karakteristik

tersebut adalah antara air dan semen pada campuran, bukan perbandingan air terhadap total material. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai sehingga kekuatan beton akan berkurang. (Prawito, 2010)

A.1.2 Agregat Halus

Agregat halus terdiri dari pasir alam, pasir buatan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Agregat halus dapat digolongkan menjadi 3 golongan, yaitu pasir galian, pasir sungai dan pasir laut. (Tjokrodinuljo, 2007). Agregat halus yang baik dan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai campuran dalam pembuatan beton harus mempunyai sifat-sifat (Cahyadi, 2012) sebagai berikut ini.

A.1.2.1 Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu.

A.1.2.2 Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras dan bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.

A.1.2.3 Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Bila melebihi, agregat halus harus dicuci.

A.1.2.4 Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik.

A.1.2.5 Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan.

A.1.3 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang semua butirannya tertinggal di atas ayakan 4,8 mm (ASTM C33,1982). Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butiran lebih dari 5 mm (Cahyadi, 2012). Syarat-syarat agregat kasar adalah sebagai berikut.

A.1.3.1 Agregat kasar harus terdiri dari butiran-butiran yang keras dan tidak berpori.

A.1.3.2 Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering). Lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 1%, agregat kasar harus dicuci.

A.1.3.3 Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif dengan alkali.

A.1.3.4 Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan benzana.

A.1.3.5 Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya.

Menurut berat jenisnya, agregat kasar dibedakan menjadi 3 jenis (Tjokrodinuljo, 2007) yaitu :

A.1.3.6 Agregat Normal, yaitu agregat yang berat jenisnya 2,5 – 2,7 gram/cm³ dan biasanya berasal dari granit, basal, kuarsa, dll.

A.1.3.7 Agregat Berat, yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 gram/cm³ dan biasanya dihasilkan oleh magnetit (Fe₃O₄), serbuk besi, dll.

A.1.3.8 Agregat Ringan, yaitu agregat yang berat jenisnya kurang dari 2 gram/cm³ dan biasanya berasal dari abu terbang (*fly ash*), tanah bakar (*bloated clay*), batu apung, dll.

A.1.4 Batu Apung

Batu apung adalah salah satu batuan sedimen, yaitu batuan vulkanis yang bobotnya ringan karena sangat berpori. Batu apung biasanya memiliki warna terang atau keputih-putihan. Batu apung sendiri juga sudah banyak

dipakai sejak zaman romawi kuno dengan cara digali, dicuci, kemudian baru digunakan. Beton yang dibuat dari agregat berupa batu apung akan menjadi beton yang ringan.

A.1.5 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan tambah biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit. (Brahmanja, 2011).

A.1.6 *Fly ash*

Fly ash adalah bagian dari sisa pembakaran batu bara pada *Boiler* pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk partikel halus *amorf* dan bersifat *pozzolan*. Abu tersebut dapat bereaksi dengan kapur pada suhu kamar dengan media air dan membentuk senyawa yang bersifat *pozzolan*. Dengan adanya sifat *pozzolan* tersebut, abu terbang mempunyai prospek untuk digunakan dalam berbagai keperluan bangunan. (Maryoto, 2008)

A.1.7 *Sikament LN*

Sikament LN merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk menambah *workability* dari adukan beton atau biasa disebut pengencer adukan tetapi bahan tambah ini tidak mengurangi kuat tekan beton sendiri. (Sutrisno, 2012). Dengan

menambahkan *Sikament LN* ke dalam campuran adukan beton, volume air yang digunakan dalam campuran akan berkurang 5 – 20% dari kebutuhan awal.

Proses pembuatan beton ringan ada 3 cara yaitu:

- A.2.1 Memberikan agregat atau campuran isian beton ringan, yang bisa berupa batu apung, sterofoam, batu alwa, atau abu terbang (*fly ash*) yang dijadikan batu.
- A.2.2 Menghilangkan agregat halusnya misalnya dengan menyaring dan membersihkan abu terbangnya.
- A.2.3 Meniupkan dengan tujuan mengisi udara di dalam beton.

Cara membuat beton ringan no. A.2.3 di atas dibagi lagi menjadi cara kimiawi dan mekanis, tetapi kini cara membuat beton ringan dengan cara kimiawi lebih sering digunakan. Beton ringan atau *Autoclaved Aerated Concrete* ini dibuat dulu adonannya dengan bahan-bahan yang terdiri dari pasir kuarsa, semen, kapur, gypsum dan aluminium pasta (zat pengembang). Untuk memproduksi 1 meter kubik beton ringan hanya dibutuhkan bahan sebanyak $\pm 0,5 - 0,6$ meter kubik saja dan campuran ini nantinya akan mengembang sendiri. Secara rinci, berikut adalah komposisi untuk membuat beton ringan:

A.2.4 60% pasir kuarsa.

A.2.5 Perekat yang terdiri dari semen dan kapur sebanyak 30%.

A.2.6 Sedangkan sisanya yaitu 10% terdiri dari gypsum dan aluminium pasta.

A.2.7 Semen tipe 1 yang biasa digunakan untuk membuat konstruksi bangunan

Proses pembuatan beton ringan sepenuhnya dikerjakan oleh mesin yang bisa menghasilkan 300-400 m³ beton ringan dalam satu hari. Mesin yang digunakan untuk membuat beton ringan terdiri dari mesin penggiling, mesin pencampur, mesin pemotong dan *autoclaved chamber*.

Pada awal proses pembuatan beton, masing-masing bahan diletakkan dalam tangki yang berbeda. Untuk bahan yang masih terlalu kasar seperti pasir kuarsa, bahan tersebut akan dimasukkan ke mesing penggiling dahulu untuk dihancurkan menjadi butiran yang lebih kecil baru dimasukkan ke dalam tangki. Adonan beton ringan yang sudah tercampur kemudian dimasukkan ke dalam cetakan berukuran 4,20 x 1,20 x 0,60 m yang hanya diisi setengah bagiannya saja. Kemudian adonan ditunggu selama kurang lebih 3-4 jam sampai adonan mengembang dengan sempurna. Pada proses inilah terjadi proses kimia pada adonan. Bahan-bahan adonan saling bereaksi dan terbentuklah gas hidrogen yang menyebabkan volume adonan menjadi 2 kali lipat lebih banyak. Pada akhir proses pengembangan ini kemudian hidrogen akan dilepaskan ke atmosfer dan langsung digantikan dengan udara yang menyebabkan berat beton menjadi ringan. Proses yang terakhir adalah memasukkan beton ringan yang sudah mengembang ke dalam *autoclaved chamber* untuk dipotong untuk mendapatkan ukuran yang presisi.

Pada proses pembakaran beton ringan selama 12 jam ini terjadi reaksi kimia yaitu pasir kuarsa yang bereaksi dengan kalsium hidroksida dan menghasilkan kalsium hidrat silika. *Autoclaved chamber* ini memberi tekanan pada beton ringan sebesar 11 bar atau setara dengan 264 psi (1,82 Mpa) dan dengan suhu setinggi 374°F. Warna beton ringan menjadi berwarna putih karena pada *autoclaved chamber* terbentuk kalsium silikat. Semua reaksi kimiawi pada beton ringan dituntaskan di dalam *autoclaved chamber* agar ketika dipasang pada bangunan tidak terjadi reaksi lagi yang dapat membahayakan konstruksi bangunan. Setelah keluar dari *autoclaved chamber*, beton ringan siap untuk dipasarkan dan digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan yang kokoh.

A.2 Program linear

Program linear adalah perumusan masalah dengan menggunakan sejumlah informasi yang tersedia kemudian menerjemahkan masalah tersebut dalam bentuk model matematika. Sifat linier mempunyai arti bahwa seluruh fungsi dalam model ini merupakan fungsi yang berderajat satu.

Salah satu penerapan program linear adalah mengalokasikan sumber daya yang langka atau terbatas untuk mencapai tujuan tunggal seperti memaksimalkan keuntungan atau meminimumkan biaya. Sumber daya tersebut dapat berupa sumber daya fisik seperti uang, tenaga ahli, material (bahan dan mesin) ataupun bukan fisik.

Bentuk umum dari persamaan linear adalah sebagai berikut:

$$a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \leq b$$

atau

$$a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \geq b$$

atau

$$a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n = b$$

B. Landasan Teori

B.1 Model Matematika

Salah satu cara menentukan nilai optimum suatu fungsi adalah dengan menggunakan program linear. Persoalan program linear biasanya berbentuk kalimat-kalimat pernyataan umum. Kalimat-kalimat tersebut harus diubah menjadi model matematika agar dapat dicari nilai optimumnya. Model matematika merupakan hasil interpretasi manusia terhadap pernyataan umum yang ada dan mengubahnya menjadi pernyataan yang menggunakan peubah dan notasi matematika. Model matematika dapat dibagi menjadi dua jenis fungsi, yaitu fungsi kendala dan fungsi objektif. Fungsi kendala adalah sistem pertidaksamaan linear yang sesuai dengan permasalahan soal, sedangkan fungsi objektif berupa fungsi yang menjelaskan tujuan (meminimalkan atau memaksimalkan) dan memiliki himpunan penyelesaian.

Dalam penggunaan program linear, data-data yang bisa didapat dari sebuah permasalahan biasanya ditulis di dalam sebuah tabel. Metode ini akan memudahkan pengerjaan soal karena akan dengan mudah menunjukkan model matematikanya (fungsi kendala dan fungsi objektif). Model matematika juga dapat dengan mudah ditentukan menggunakan

kata-kata kunci. Tanda lebih besar atau sama dengan (\geq) digunakan bila terdapat kata-kata seperti tidak kurang dari, minimal, memerlukan, dsb., sedangkan tanda lebih kecil atau sama dengan (\leq) digunakan bila terdapat kata-kata seperti tidak lebih dari, maksimal, hanya bisa, dsb. Terkadang, ada sebuah batas yang ditetapkan dalam persoalan yang diberikan. Apabila tidak ada batasan, $x \geq 0$ dan $y \geq 0$ dapat digunakan sebagai fungsi kendala.

B.2 Nilai Optimum

Nilai optimum fungsi objektif dari suatu persoalan linear dapat ditentukan dengan metode grafik. Grafik digambar dengan menggabungkan semua garis linear dari sistem pertidaksamaan linear yang merupakan fungsi kendala dan menentukan daerah himpunan penyelesaian (DHP). Mendapatkan nilai optimum dari sebuah grafik dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan membandingkan titik-titik ekstrim yang didapat dan dengan menggunakan garis selidik.

B.2.1 Perbandingan Titik-Titik Ekstrim

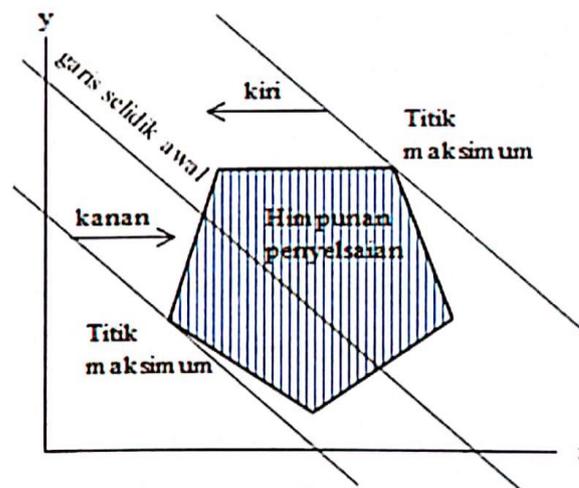
Titik-titik ekstrim adalah titik-titik pada daerah himpunan penyelesaian (DHP) yang merupakan titik potong garis dengan sumbu koordinat atau titik potong garis dengan garis. Cara menentukan nilai optimum adalah dengan menguji titik ekstrim tersebut, yaitu mensubstitusikan koordinat titik-titik ekstrim ke dalam fungsi objektif. Selanjutnya, hasil substitusi tersebut dibandingkan satu per satu. Nilai optimum terbesar merupakan

nilai maksimal sedangkan nilai optimum terkecil merupakan nilai minimal.

B.2.2 Garis Selidik

Garis selidik adalah suatu garis yang digunakan untuk menyelidiki nilai optimum yang diperoleh dari fungsi sasaran. Garis selidik diperoleh dari fungsi objektif $f(x, y): ax + by = Z$, Z merupakan sembarang nilai. Garis ini dibuat setelah grafik himpunan penyelesaian pertidaksamaan sudah dibuat. Garis selidik awal dibuat di area himpunan penyelesaian awal. Kemudian dibuat garis-garis yang sejajar dengan garis selidik awal. Ada dua cara untuk menggunakan garis selidik.

B.2.2.1 Cara 1 (syarat: $a > 0$)



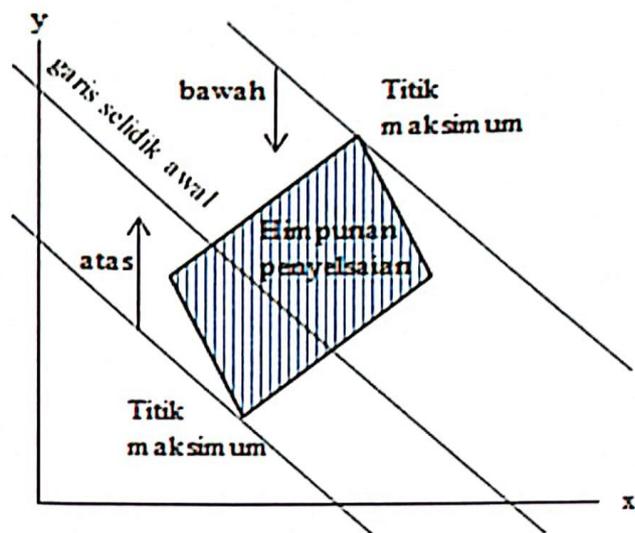
Gambar 2. 1 Penentuan titik minimum dan maksimum dengan cara 1

Jika nilai bernilai maksimum, garis dibuat sejajar dengan garis selidik awal sehingga membuat himpunan penyelesaian berada di kiri garis tersebut. Titik yang dilalui garis tersebut adalah titik maksimum. Jika minimum, garis dibuat sejajar dengan garis selidik awal sehingga membuat himpunan penyelesaian berada di kanan garis tersebut. Titik yang dilalui garis tersebut adalah titik minimum.

B.2.2.2 Cara 2 (syarat $b > 0$)

Jika maksimum, garis dibuat sejajar dengan garis selidik awal sehingga membuat himpunan penyelesaian berada di bawah garis tersebut. Titik yang dilalui garis tersebut adalah titik maksimum. Jika minimum, garis dibuat sejajar dengan garis selidik awal sehingga membuat himpunan penyelesaian berada di atas garis tersebut. Titik yang dilalui garis tersebut adalah titik minimum. Untuk nilai $a < 0$ dan $b < 0$ berlaku kebalikan dari

kedua cara yang dijelaskan di atas.



Gambar 2. 2 Penentuan titik maksimum dan minimum dengan cara 2

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini, peneliti akan memaparkan lokasi dan waktu penelitian, jenis penelitian, teknik pengumpulan data, instrumen penelitian, serta prosedur penelitian.

A. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yang bersifat menggambarkan, memaparkan, dan menguraikan objek yang diteliti. Penelitian kualitatif antara lain bersifat deskriptif, artinya data yang dikumpulkan lebih banyak berupa angka-angka daripada kata-kata dan gambar. Dengan demikian, penelitian deskriptif kualitatif merupakan penelitian yang bermaksud untuk membuat deskripsi atau penjelasan mengenai subjek penelitian misalnya laba ataupun rugi dari sebuah perusahaan.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

B.1 Lokasi penelitian : PT. Sinar Indogreen Kencana

KM No 8B, Jalan Raya Ponokawan

Krian, Jawa Timur 61262

B.2 Telepon : (034)5651818 / (031)5616868

B.3 Situs : <http://sispro.co.id/id/pt-sinar-indogreen-kencana-6831.htm/product>

B.4 Waktu dan Tanggal Pelaksanaan :

Penelitian ini akan diadakan pada tanggal 15 Maret 2019.

C. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah seluruh produk dari PT Sinar Indogreen Kencana. Sampel penelitian ini diambil dari setiap populasi untuk dijadikan subjek penelitian. Semua yang ada pada populasi tidak dipelajari karena keterbatasan dana, tenaga, dan waktu sehingga digunakan sampel yang mewakili populasi. Sampel yang kami pilih adalah bata ringan, panel lantai, dan semen instan.

Pengambilan sampel dilakukan dengan menetapkan ciri-ciri tertentu sesuai dengan tujuan penelitian sehingga diharapkan dapat menjawab permasalahan penelitian.

D. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini, objek yang dikaji adalah faktor produksi pada PT Sinar Indogreen Kencana. Hasil dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan faktor produksi dengan kinerja mesin pabrik. Oleh karena itu, peneliti memilih jenis penelitian:

1. Berdasarkan kegunaannya, penelitian terapan. Penelitian terapan adalah setiap penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan ilmiah dengan suatu tujuan praktis.
2. Berdasarkan jenis data dan analisisnya, penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang datanya merupakan data kuantitatif sehingga analisis datanya menggunakan analisis kuantitatif (inferensi). Data kuantitatif adalah data dalam bentuk angka, atau data kualitatif yang diangkakan seperti: 1, 2, 3, 4, ... dst, atau skor 5 = selalu, skor 4 = sering,

skor 3 = kadang-kadang, skor 2 = jarang dan skor 1 = tidak pernah. Data kuantitatif dibedakan menjadi data diskrit atau nominal dan data kontinum.

Data nominal adalah data dalam bentuk kategori atau diskrit

3. Berdasarkan metode, penelitian tindakan. Penelitian tindakan adalah penelitian refleksi diri yang dilakukan oleh para partisipan misalnya guru, siswa atau kepala sekolah, dalam situasi-situasi sosial (termasuk pendidikan). Penelitian tindakan bertujuan untuk memecahkan masalah melalui aplikasi metode ilmiah.
4. Berdasarkan keilmiahannya, penelitian ilmiah. Penelitian ilmiah adalah penelitian yang disimpulkan melalui suatu prosedur yang sistematis dengan menggunakan pembuktian yang meyakinkan.

E. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian yang kami lakukan di PT. Sinar Indogreen Kencana ini menggunakan metode observasi langsung, wawancara, serta studi literatur dengan mengumpulkan berbagai studi pustaka.

E.1 Melalui Observasi Langsung

Observasi dilakukan dengan mengadakan pengamatan langsung ke lokasi dan objek penelitian. Dalam hal ini, objek penelitiannya adalah mesin di PT. Sinar Indogreen Kencana yang terletak di Krian. Observasi dilakukan untuk memperoleh informasi dan data faktual. Hasil observasi berupa aktivitas, kejadian, peristiwa, objek, kondisi, atau suasana tertentu.

E.2 Melalui Wawancara

Peneliti akan menanyakan beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan tujuan penelitian kami.

E.3 Melalui Studi Pustaka

Studi kepustakaan dilakukan untuk mencari lebih banyak informasi dan data faktual terkait yang dijadikan objek penelitian.

F. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat bantu yang digunakan untuk mendapatkan data yang diinginkan. Instrumen penelitian yang digunakan dalam proses pengumpulan data adalah peralatan mencatat, berupa buku, alat tulis, alat rekam, dan diri penulis yang akan melakukan observasi. Alat rekam, buku catatan dan alat tulis digunakan untuk mencatat informasi-informasi penting yang disampaikan narasumber untuk membantu pengerjaan ketika menjawab pertanyaan-pertanyaan.

G. Prosedur Penelitian

1. Persiapan

Peneliti menyiapkan data-data yang akan diteliti. Peneliti mencari sumber pustaka dan referensi-referensi yang mungkin bisa memberikan peneliti pengetahuan dasar tentang data yang akan diteliti. Peneliti menyusun rumusan masalah yang akan membantu peneliti memperkecil ruang lingkup data yang akan diteliti.

2. Observasi di lapangan

Peneliti terjun ke lapangan dan melakukan pengamatan secara langsung tentang objek yang akan diteliti. Pengambilan data dilakukan dengan cara kuantitatif.

3. Wawancara dengan narasumber

Peneliti juga melakukan tanya-jawab dengan narasumber yang ahli di lapangan. Peneliti mencatat data yang didapat dari lapangan. Pertanyaan yang diajukan:

1. Pasir silika yang digunakan berasal dari mana?
2. Pasir silika dibeli dengan jumlah berapa?
3. Apa itu *wiremesh* dan bagaimana penjualannya?
4. Bagaimana cara mengangkut pasir silika dari luar kota ke perusahaan ini?
5. Berapa rasio antara bahan-bahan mentahnya (pasir, kapur, semen) yang digunakan dalam proses produksi?
6. Berapa banyak baja yang digunakan untuk proses penghalusan?
7. Berapa ukuran *mold* (tempat cetakan)?
8. Batu bara berasal dari mana?
9. Tempurung kelapa sawit berasal dari mana?
10. Mengapa diperlukan dua jenis bahan bakar?

4. Menganalisis data

Data yang telah didapat dari observasi dan wawancara dengan narasumber digabungkan sampai mendapat kesimpulan yang dapat menjawab rumusan masalah yang telah disusun.

BAB 4

ANALISIS

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai proses pembuatan beton ringan dan panel lantai, rincian durasi produksi, dan perhitungan.

A. Proses Pembuatan Beton Ringan

Beton ringan hasil produksi PT. Sinar Indogreen Kencana menggunakan bahan-bahan sebagai berikut:

A.1.1 Air

Air sangat diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen. Tidak hanya itu, air juga digunakan saat beton dimasukkan ke dalam mesin *Autoclave*. Pada umumnya air minum biasa dapat dipakai untuk campuran beton, tetapi saat beton dipanaskan di mesin *Autoclave*, uap air yang panas harus berasal dari air murni (aquades) agar mesin Boiler (pemanas) dapat bekerja secara optimal.

A.1.2 Pasir Silika

Pasir silika yang digunakan berasal dari dua tempat, yakni Tuban dan Pontianak. Pasir yang berasal dari Tuban memiliki warna lebih gelap dan lebih berlumpur, sehingga akan menghasilkan beton yang lebih berat. Pasir dari Pontianak berwarna lebih cerah tetapi menghasilkan beton yang lebih lemah karena pasir tersebut mengandung banyak sedimen tumbuhan.

Rasio pasir Tuban dan pasir Pontianak yang tepat akan menghasilkan beton AAC yang ringan dan kuat.

A.1.3 Semen

Semen yang digunakan adalah semen tipe 1 yang digunakan dalam konstruksi bangunan.

A.1.4 Bahan Tambahan

Bahan tambahan adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen dan pasir silika) yang ditambahkan pada adukan beton.

Tujuannya adalah membantu proses pengembangan adonan beton.

A.1.5.1 Pasta aluminium

Pasta aluminium berfungsi untuk mengembangkan campuran beton. Pasata aluminium akan bereaksi dengan pasir silika dan menghasilkan gas hidrogen. Gas hidrogen akan keluar dari campuran beton dan menghasilkan pori-pori pada beton. Selain itu, gas hidrogen akan membuat adonan semen mengembang dua kali lipat.

A.1.5.2 Kapur

Kapur yang digunakan dalam proses pembuatan beton ringan ini berasal dari gypsum yang dihaluskan. Kapur juga berfungsi juga untuk pengembangan adonan beton ringan.

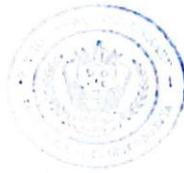
A.2 Proses pembuatan

Pertama-tama, pasir silika dari Tuban dan Pontianak dicampur di dalam sebuah mesin penggiling. Campuran pasir ini kemudian dihaluskan dengan biji baja. Setelah itu, pasir silika yang sudah halus dimasukkan ke mesin pengaduk dan dicampur dengan air. Semen, kapur dan pasta aluminium juga akan ikut dimasukkan ke mesin pengaduk dan akan ikut diaduk dengan rata bersama pasir silika yang telah larut. Setelah teraduk rata, adonan ini akan dituang ke dalam *mold* (cetakan) berukuran 6 x 2 x 1,5 m. *Mold* hanya akan terisi setengah saja. Bila yang akan diproduksi adalah panel lantai, *wiremesh* akan dimasukkan ke dalam *mold* (proses pembesian). *Mold* yang telah terisi selanjutnya dimasukkan ke ruang *curing* (pemanas) bersuhu 50°C dan adonan pada *mold* akan dibiarkan mengembang. Setelah adonan dirasa telah mengembang secara sempurna dan telah menjadi 1 *mold* , adonan tersebut akan dipotong sesuai dengan permintaan klien atau kuota. *Mold* selanjutnya dimasukkan ke dalam mesin *autoclave* dan akan dikeringkan di sana selama kurang lebih 10 jam. Setelah itu, beton-beton yang telah jadi dipisahkan menggunakan mesin *separator*. Terakhir, beton-beton tersebut dikemas dan siap didistribusikan kepada klien.

B. Rincian Durasi Produksi

Tabel 4. 1 Rincian durasi produksi beton ringan

Proses	Waktu
Penghalusan pasir	2 jam
<i>Mixing</i>	
<i>Molding</i>	
<i>Curing</i>	
<i>Cutting</i>	
<i>Autoclave</i>	10 jam



Tabel 4. 2 Rincian durasi produksi panel lantai

Proses	Waktu
Penghalusan pasir	2 jam 30 menit
<i>Mixing</i>	
<i>Molding</i>	
Pembesian	
<i>Curing</i>	
<i>Cutting</i>	
<i>Autoclave</i>	10 jam

C. Perhitungan keuntungan

C.1 Asumsi

Sebelum melakukan perhitungan, peneliti akan menjelaskan beberapa asumsi yang digunakan dalam perhitungan, yakni:

C.1.1 Rasio pasir dengan kapur dan semen adalah 4:1, maka peneliti mengasumsikan bahwa jumlah kapur dengan semen sama sehingga rasio pasir dengan kapur dengan semen adalah 4:0,5:0,5 atau 8:1:1.

C.1.2 Peneliti mengasumsikan bahwa persediaan *wire mesh* setiap bulan tak terhingga dengan harga per setengah *mold* sebesar Rp 160.000,00.

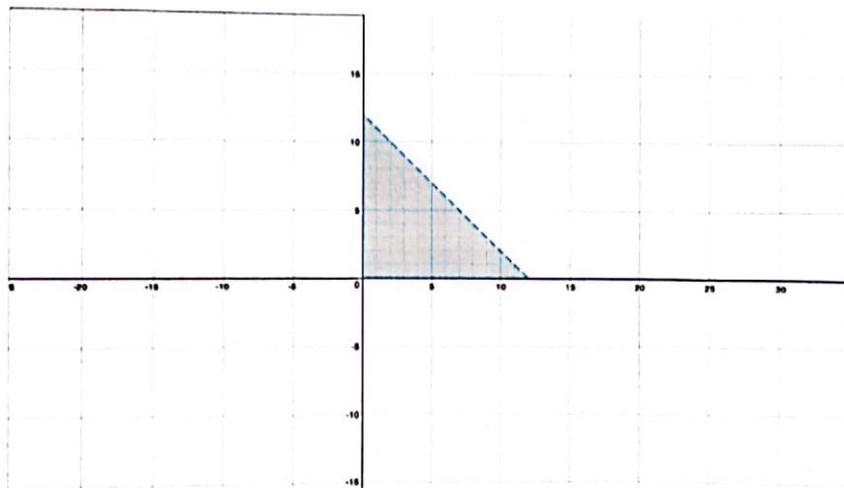
C.2 Perhitungan

Misalkan, x adalah jumlah beton ringan per m^2 dan y adalah jumlah panel lantai per m^2 , maka akan didapatkan data seperti di bawah ini.

Tabel 4. 3 Perbandingan bahan baku

Bahan baku	Beton ringan(x)	Panel lantai(y)	Bahan mentah per bulan
Pasir	8x	8y	24 ton x 4 minggu
Kapur	x	y	3 ton x 4 minggu
Semen	x	y	3 ton x 4 minggu
Wire mesh	0	y	-

Dari data tersebut, peneliti mendapatkan pertidaksamaan $x + y \leq 12$, $x > 0$, dan $y > 0$. Jika ketiga pertidaksamaan ini digambarkan, akan didapatkan grafik seperti di bawah ini.



Gambar 4. 1 Grafik hubungan bahan baku dengan jumlah produksi

Diketahui bahwa harga jual beton ringan per m^2 adalah Rp 192.000,00 sementara harga panel lantai tanpa *wire mesh* per m^2 adalah $390.000 - \frac{160.000}{3} = \text{Rp } 343.333,33$. Dengan menguji titik-titik ekstrim, peneliti dapat menghitung besar pendapatan kotor PT. Sinar Indogreen Kencana dari penjualan beton dan panel lantai jika dilihat dari bahan produksinya.

Titik Maksimum	$Z = 192.000x + 343.333,333y$
(0,12)	Rp 4.120.000,00
(12,0)	Rp 2.304.000,00

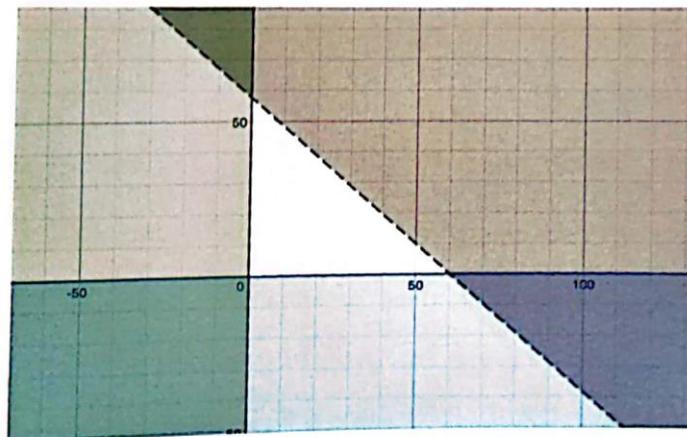
Tabel 4. 4 Tabel keuntungan kotor maksimum dari penjualan beton ringan dan panel lantai ditinjau dari banyaknya bahan baku yang digunakan

Jika ditinjau dari waktu produksi, didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 4. 5 Perbandingan waktu produksi

	Beton ringan(x)	Panel lantai(y)	Waktu 1 bulan dalam jam
Production time	12x	12,5y	30 hari x 24 jam

Dari data tersebut, peneliti mendapatkan pertidaksamaan $12x + 12,5y \leq 7200$, $x > 0$, dan $y > 0$. Jika ketiga pertidaksamaan tersebut digambar, akan didapatkan grafik berikut.



Gambar 4. 2 Grafik hubungan waktu produksi dengan jumlah produksi

Dari grafik tersebut, dapat diambil data bahwa ada dua titik maksimum yaitu (60,0) dan (0,57.6). Diketahui bahwa harga jual beton ringan per m² adalah Rp 192.000,00 sementara harga panel lantai tanpa *wire mesh* per m² adalah Rp 343.333,33. Dengan menguji titik-titik ekstrim, peneliti dapat menghitung besar pendapatan kotor berdasarkan dengan jumlah produksi setiap bulannya oleh PT. Sinar Indogreen Kencana dari penjualan beton dan panel lantai.

Titik Maksimum	$Z = 192.000x + 343.333,333y$
(60,0)	Rp 11.520.000,00
(0;57,6)	Rp 19.776.000,00

Tabel 4. 6 Keuntungan kotor maksimum dari penjualan beton ringan dan panel lantai ditinjau dari waktu produksinya setiap bulan

BAB 5

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Secara matematis, PT. Sinar Indogreen Kencana sebaiknya memproduksi sebanyak mungkin panel lantai dibanding beton karena untung yang didapatkan akan lebih besar walaupun ada biaya tambahan untuk *wire mesh*. Produksi panel per bulan juga akan menghasilkan untung yang lebih besar walaupun produksinya lebih lama daripada beton.

Walaupun begitu, ada banyak faktor yang membuat PT. Sinar Indogreen Kencana tidak bisa hanya memproduksi panel lantai sebab:

A.1 Permintaan panel kalah jauh dengan beton ringan.

A.2 Perbedaan 3 m³ antara produksi beton dan panel setiap bulan akan menjadi sangat menonjol.

Oleh karena itu, peneliti menyimpulkan bahwa PT. Sinar Indogreen Kencana tetap harus memproduksi beton, tetapi jika ada permintaan panel, pabrik lebih baik memprioritaskan produksi panel.

B. Saran

Penulis menyarankan kepada pihak sekolah, yaitu SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya untuk mencari sebuah bentuk badan usaha lainnya untuk program studi ekskursi bidang matematika. Data yang bisa didapat untuk penulisan laporan akan lebih mudah didapatkan dari sebuah perusahaan *real estate* daripada sebuah pabrik. Penulis juga menyarankan kepada PT Sinar

guna mengembangkan laporan ini. Semoga laporan studi ekskursi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis, tetapi juga bagi pembaca.

Penulis

22 Maret 2019

DAFTAR PUSTAKA

- Asmono, Andreas Hendra Widi. 2015. "Pengaruh Komposisi Batu Apung Dan Batu Pecah Sebagai Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanis Beton Ringan". *Laporan*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Djadir. 2017. "Sumber Belajar Penunjang PLPG 2017 Mata Pelajaran/Paket Keahlian Matematika". Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Faiz, Muhammad. 2017. "Program Linear". *Makalah*.



