



TUGAS AKHIR - KS141501

**OPTIMASI PEMILIHAN SUPPLIER DAN ALOKASI
SUPPLY BATUBARA PADA PLTU KAPASITAS
615MW DENGAN MENGGUNAKAN METODE
ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS DAN GOAL
PROGRAMMING (STUDI KASUS PT. XYZ)**

***OPTIMIZATION OF SUPPLIER SELECTION AND
COAL SUPPLY ALLOCATION IN POWERPLANT
615MW USING ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS
AND GOAL PROGRAMMING (CASE STUDY PT.XYZ)***

**MUHAMMAD ASVIN IMADUDDIN
NRP 5213 100 134**

**Dosen Pembimbing
Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

TUGAS AKHIR - KS141501

**OPTIMASI PEMILIHAN SUPPLIER DAN ALOKASI
SUPPLY BATUBARA PADA PLTU KAPASITAS
615MW DENGAN MENGGUNAKAN METODE
ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS DAN GOAL
PROGRAMMING (STUDI KASUS PT. XYZ)**

**MUHAMMAD ASVIN IMADUDDIN
NRP 5213 100 134**

**Dosen Pembimbing
Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

FINAL PROJECT - KS 141501

OPTIMIZATION OF SUPPLIER SELECTION AND COAL SUPPLY ALLOCATION IN POWERPLANT 615MW USING ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS AND GOAL PROGRAMMING (CASE STUDY PT.XYZ)

**MUHAMMAD ASVIN IMADUDDIN
NRP 5213 100 134**

**Supervisors
Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T**

**INFORMATION SYSTEMS DEPARTMENT
Information Technology Faculty
Sepuluh Nopember Institut of Technology
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**OPTIMASI PEMILIHAN SUPPLIER DAN ALOKASI
SUPPLY BATUBARA PADA PLTU KAPASITAS
615MW DENGAN MENGGUNAKAN METODE
ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS DAN GOAL
PROGRAMMING (STUDI KASUS PT.XYZ)**

TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

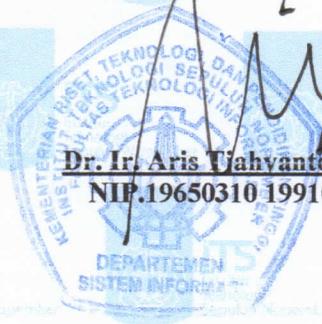
MUHAMMAD ASVIN IMADUDDIN

NRP. 5213 100 134

Surabaya, 15 Juni 2017

**KETUA
DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI**

Dr. Ir. Aris Triahyanto, M.Kom
NIP.19650310 199102 1 001



LEMBAR PERSETUJUAN

**OPTIMASI PEMILIHAN SUPPLIER DAN ALOKASI
SUPPLY BATUBARA PADA PLTU KAPASITAS
615MW DENGAN MENGGUNAKAN METODE
ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS DAN GOAL
PROGRAMMING (STUDI KASUS PT.XYZ)**

TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Jurusan Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

MUHAMMAD ASVIN IMADUDDIN

NRP. 5213 100 134

Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian:
Periode Wisuda:

15 Juni 2017
September 2017

Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T


(Pembimbing I)

Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom


(Penguji I)

Faizal Mahananto, S.Kom., M.Eng., Ph.D


(Penguji II)

OPTIMASI PEMILIHAN SUPPLIER DAN ALOKASI SUPPLY BATUBARA PADA PLTU KAPASITAS 615MW DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS DAN GOAL PROGRAMMING (STUDI KASUS PT.XYZ)

Nama : MUHAMMAD ASVIN I
NRP : 5213 100 134
Departemen : SISTEM INFORMASI FTIF-ITS
Dosen Pembimbing : Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T

ABSTRAK

Supplier merupakan salah satu mitra bisnis yang memegang peranan dalam menjamin ketersediaan barang pasokan yang dibutuhkan oleh perusahaan. Pada perusahaan yang baik dan sehat ketika kondisi supplier tidak sedang baik maka perusahaan tidak terlalu mendapatkan kerugian. Pemilihan supplier sendiri merupakan salah satu kegiatan strategis bagi perusahaan dalam proses bisnisnya apabila supplier memasok barang barang yang kritis dan dalam jangka waktu yang panjang bagi perusahaan sehingga perusahaan harus dapat mempertimbangkan dengan baik pemilihan supplier tersebut.

Dalam mengatasi masalah tersebut, penulis mencoba mengimplementasikan pendekatan analytical hierarchy process dengan goal programming dengan terintegrasi, sehingga dapat menghasilkan hasil yang baik dalam pemilihan supplier dengan kriteria lebih dari satu, sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan oleh perusahaan.

Pada hasil penelitian didapatkan bukti bahwa metode AHP dapat digunakan dengan baik untuk membantu proses pemilihan supplier dengan 3 kriteria dan 7 subkriteria. Luaran selanjutnya dari penelitian ini ialah alokasi supply batubara yang dipasok supplier pada perusahaan dan sesuai dengan target biaya minimum, waktu pengiriman minimum, dan kualitas batubara yang optimal. Hasil proses pemilihan

supplier dengan menggunakan metode AHP didapatkan hasil 3 terbaik dari 12 supplier dengan nilai pada PT. H sebesar 81.6, PT F sebesar 80.2, dan PT. I sebesar 79.6. Dalam jangka waktu satu tahun PT. H mendapatkan alokasi supply sebesar 3000000 ton, PT. F sebesar 500000 ton, dan PT. I sebesar 500000 ton.

Kata kunci : pemilihan supplier, supplier batubara, alokasi supply, analytical hierarchy process (AHP), Goal Programming.

**OPTIMIZATION OF SUPPLIER SELECTION AND
COAL SUPPLY ALLOCATION IN POWERPLANT
615MW USING ANALYTICAL HIERARCHY
PROCESS AND GOAL PROGRAMMING (CASE
STUDY PT.XYZ)**

Name : MUHAMMAD ASVIN IMADUDDIN
NRP : 5213 100 134
Department : INFORMATION SYSTEMS FTIF-ITS
Supervisor : Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T

ABSTRACT

Supplier is one business partner that plays a role in ensuring the availability of supply goods required by the company. In a good and healthy company when the condition of the supplier is not being good then the company is not too get a loss. Supplier selection itself is one of the strategic activities for the company in its business process if suppliers supply critical goods and in the long term for the company so the company should be able to consider well the selection of suppliers.

In solving the problem, the author tries to implement analytical hierarchy process approach with integrated programming goal, so it can produce good result in supplier selection with criteria more than one, according to criterion which have been determined by company.

In the research results obtained evidence that the AHP method can be used well to assist the selection process suppliers with 3 criteria and 7 subcriteria. The next result of this research is the allocation of coal supply supplied by the supplier to the company and in accordance with the minimum cost target, minimum delivery time, and optimal coal quality. The result of supplier selection process using AHP got 3 best result from 12 supplier with value at PT. H of 81.6, PT. F of 80.2, and PT. I 79.6. Within a period of one year PT. H get supply allocation

of 3000000 tons, PT. F of 500000 tons, and PT. I 500000 tons too.

Keywords: Supplier Selection, Coal Supplier, Supply Allocation, Analytical Hierarchy Process (AHP), Goal Programming.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan buku tugas akhir dengan judul **“OPTIMASI PEMILIHAN SUPPLIER DAN ALOKASI SUPPLY BATUBARA PADA PLTU KAPASITAS 615MW DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS DAN GOAL PROGRAMMING (STUDI KASUS PT.XYZ)”** yang merupakan salah satu syarat kelulusan pada Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Secara khusus penulis akan menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan karunia untuk dapat menyelesaikan tugas belajar selama di Sistem Informasi ITS dan telah memberikan kemudahan, kelancaran, serta kesehatan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chasful Ashari dan Ibu Muskinah Indayati, dan kakak, serta segenap keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan motivasi. Terima kasih atas doa dan dukungannya yang terus mengalir tiada henti.
3. Bapak Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing dengan penuh keikhlasan dan dedikasi tinggi telah membimbing penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini hingga selesai. Terima kasih atas kesediaan, waktu, semangat dan ilmu yang telah diberikan.
4. Ibu Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom dan Bapak Faisal Mahananto, S.Kom, M.Eng, Ph.D, selaku dosen penguji yang selalu memberikan saran dan masukan guna kebaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Rully Agus Hendrawan, S.Kom., M.Eng. selaku dosen wali penulis yang selalu memberikan arahan terkait perkuliahan selama penulis menempuh pendidikan S1.

6. Bapak Abdullah Agus Salim Chamid, S.T., M.T. selaku pembimbing lapangan, mentor, yang selalu memberikan motivasi dan masukkan terkait studi kasus Tugas Akhir ini.
7. Untuk orang-orang spesial yang selalu memberikan dukungan, pencerahan, dan hiburan bagi penulis, Maulana, Agung, Tetha, Nikolaus, Valliant, Egan, Rizza, Kusnanta, Jockey, dan Ratih.
8. Para teman-teman laboratorium RDIB, Sofi, Koko, Habibi, Ervi, Reza, Lily, Ofi, dkk. yang selalu bersedia sebagai tempat konsultasi masalah TA dan setia menemani perjuangan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini khususnya.
9. Untuk seluruh teman-teman BELTRANIS yang selalu memberikan semangat dalam menjalani kuliah.
10. Seluruh rekan-rekan dari HMSI yang telah membimbing dan memberi pengalaman berharga kepada penulis.
11. Seluruh dosen pengajar, staff, dan karyawan Departemen Sistem Informasi FTIF ITS Surabaya yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama ini.
12. Serta semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang belum mampu penulis sebutkan diatas.

Terima kasih atas segala bantuan, dukungan, serta doa yang diberikan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, keselamatan, karunia dan nikmat-Nya.

Penulis pun ingin memohon maaf karena Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna dengan segala kekurangan di dalamnya. Selain itu penulis bersedia menerima kritik dan saran terkait dengan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Surabaya, 15 Juni 2017

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR SKRIP.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan permasalahan.....	4
1.3. Batasan Permasalahan.....	4
1.4. Tujuan.....	5
1.5. Manfaat.....	5
1.6. Relevansi.....	5
1.7. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Studi Sebelumnya.....	7
2.2. Dasar Teori.....	9
2.2.1. Manajemen Pengadaan.....	9
2.2.2. Pemilihan Supplier.....	10
2.2.3. Kriteria Pemilihan Supplier.....	11
2.2.4. Analytical Hierarchy Process.....	13
2.2.5. Goal Programming.....	25
BAB III METODE PENGKERJAAN TUGAS AKHIR	31
3.1. Diagram Metodologi.....	31
3.2. Uraian Metodologi.....	31
3.2.1. Identifikasi Permasalahan.....	31
3.2.2. Studi Literatur.....	32
3.2.3. Pengumpulan Data.....	32
3.2.4. Pembuatan Model dan Solusi.....	33
3.2.5. Validasi Model.....	36

3.2.6. Uji Coba Skenario Alternatif	36
3.2.7. Analisa Hasil dan Penarikan Kesimpulan	36
3.2.8. Pembuatan Laporan Tugas Akhir	36
BAB IV PERANCANGAN	39
4.1 Pengumpulan data.....	39
4.1.1. Data Kebutuhan Batubara	40
4.1.2. Data Kemampuan Boiler.....	41
4.1.3. Data Alternatif Supplier Batubara.....	41
4.2 Pra-Proses Data.....	43
4.2.1. Data Kuesioner.....	43
4.3 Skema AHP	43
4.4 Formulasi Data	46
4.4.1. Formulasi Linier Programing.....	47
4.4.2. Formulasi Goal Programming.....	57
4.4.3. Perumusan Batasan Goal Programming	63
BAB V IMPLEMENTASI	71
5.1 Lingkungan Uji Coba	71
5.2 Data Kriteria	72
5.3 Perhitungan Metode AHP.....	72
5.3.1. Data Kuesioner Pembobotan Kriteria Tiap Departemen	72
5.3.2. Data Kuesioner Pembobotan Subkriteria Tiap Departemen	74
5.3.3. Data Kuesioner Penilaian Alternatif Tiap Departemen	79
5.3.4. Pembobotan Kriteria Secara Keseluruhan Departemen	80
5.3.5. Pembobotan Subkriteria Secara Keseluruhan	80
5.3.6. Penilaian Alternatif Secara Keseluruhan	81
5.3.7. Perhitungan Bobot	82
5.3.8. Uji Konsistensi.....	86
5.3.9. Perhitungan Indeks Preferensi Antara Kriteria dengan Subkriteria	89
5.3.10. Perhitungan Indeks Preferensi Keseluruhan	90
5.4 Penyelesaian Model <i>Goal Programming</i> Menggunakan Lingo.....	91

5.4.1.	Menentukan Fungsi Tujuan	91
5.4.2.	Memasukkan Batasan Goal Programming ..	91
5.4.3.	Menjalankan Fungsi Optimasi	94
BAB VI	HASIL DAN PEMBAHASAN	97
6.1	Hasil Perhitungan AHP	97
6.2	Verifikasi Model.....	98
6.3	Validasi Model.	99
6.3.1.	Sesi I (Bulan Januari – Februari)	99
6.3.2.	Sesi 2 (Bulan Maret – April)	100
6.3.3.	Sesi 3 (Bulan Mei – Juni)	101
6.3.4.	Sesi 4 (Bulan Juli – Agustus).....	102
6.3.5.	Sesi 5 (Bulan September – Oktober)	102
6.3.6.	Sesi 6 (Bulan Nopember – Desember)	103
6.4	Uji Coba Skenario	104
6.5	Analisa Hasil	104
6.5.1.	Analisa Hasil Lingo	104
6.5.2.	Analisa Uji Coba Skenario	108
6.5.3.	Kesimpulan Hasil Pengujian.....	112
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN	115
7.1	Kesimpulan.....	115
7.2	Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA	.....	117
BIODATA PENULIS	.....	BIO-1
Lampiran A.	.....	A-1
Lampiran B.	.....	B-1
Lampiran C.	.....	C-1
Lampiran D.	.....	D-1
Lampiran E.	.....	E-1
Lampiran F.	.....	F-1
Lampiran G.	.....	G-1
Lampiran H.	.....	H-1
Lampiran I.	.....	I-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Hirarki pada AHP	14
Gambar 3. 1. Metodologi.....	31
Gambar 4. 1. Skema AHP	43
Gambar 4. 2. Subkriteria dari kualitas	45
Gambar 4. 3. Kriteria Biaya.....	45
Gambar 4. 4. Subkriteria dari Kapabilitas	46
Gambar 5. 1. Status Fungsi Optimasi	95
Gambar 6. 1. Contoh Hasil Verifikasi Model.....	99

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Sebelumnya	7
Tabel 2. 2. Skala Perbandingan Berpasangan	18
Tabel 2. 3. Matriks Perbandingan Berpasangan.....	21
Tabel 2. 4. Matriks perbandingan kepentingan elemen operasi	22
Tabel 2. 5. Tabel perbandingan indeks konsistensi.....	25
Tabel 4. 1. Kebutuhan Batubara.....	40
Tabel 4. 2. Spesifikasi Boiler	41
Tabel 4. 3. Spesifikasi Alternatif Supplier	42
Tabel 5. 1. Spesifikasi Perangkat Keras yang Digunakan.....	71
Tabel 5. 2. Daftar Perangkat Lunak yang Digunakan	71
Tabel 5. 3. Kriteria	72
Tabel 5. 4. Perbandingan Kriteria Departemen Engineering .	73
Tabel 5. 5. Perbandingan Kriteria Departemen Fuel & Ash ..	73
Tabel 5. 6. Perbandingan Kriteria Departemen Purchasing ...	74
Tabel 5. 7. Perbandingan Subkriteria dari Quality Departemen Engineering	74
Tabel 5. 8. Perbandingan Subkriteria dari Capability Departemen Engineering.....	75
Tabel 5. 9. Perbandingan Subkriteria dari Quality Departemen Fuel & Ash.....	77
Tabel 5. 10. Perbandingan Subkriteria dari Capability Departemen Fuel & Ash.....	77
Tabel 5. 11. Perbandingan Subkriteria dari Quality Departemen Purchasing.....	78
Tabel 5. 12. Perbandingan Subkriteria dari Capability Departemen Purchasing.....	79
Tabel 5. 13. Perbandingan Bobot Kriteria.....	80
Tabel 5. 14. Perbandingan Bobot Subkriteria pada Kriteria Quality.....	81
Tabel 5. 15. Perbandingan Bobot Subkriteria Pada Kriteria Capability	81
Tabel 5. 16. Hasil Penjumlahan Kolom Kriteria	82
Tabel 5. 17. Hasil Normalisasi Kriteria.....	83

Tabel 5. 18. Hasil Penentuan Bobot Kriteria.....	83
Tabel 5. 19. Hasil Penjumlahan Kolom Subkriteria pada Kriteria Quality.....	84
Tabel 5. 20. Hasil Penjumlahan Kolom Subkriteria pada Kriteria Capability	84
Tabel 5. 21. Hasil Normalisasi Subkriteria pada Kriteria Quality	85
Tabel 5. 22. Hasil Normalisasi Subkriteria pada Kriteria Capability	85
Tabel 5. 23. Hasil Penentuan Bobot Subkriteria pada Kriteria Quality	86
Tabel 5. 24. Hasil Penentuan Bobot Subkriteria pada Kriteria Capability	86
Tabel 5. 25. Penilaian Konsistensi Index Kriteria	88
Tabel 5. 26. Penilaian Konsistensi Index Subkriteria pada Quality	88
Tabel 5. 27. Penilaian Konsistensi Index Subkriteria pada Capability	88
Tabel 5. 28. Hasil Perhitungan Indeks Preferensi.....	90
Tabel 6. 1. Ranking Bobot Keseluruhan.....	97
Tabel 6. 2. Konsistensi Rasio Kriteria & Subkriteria	98
Tabel 6. 3. Validasi Sesi 1	99
Tabel 6. 4. Validasi Sesi 2	100
Tabel 6. 5. Validasi Sesi 3	101
Tabel 6. 6. Validasi Sesi 4	102
Tabel 6. 7. Validasi Sesi 5	103
Tabel 6. 8. Validasi Sesi 6	103
Tabel 6. 9. Hasil GP LINGO Sesi 1	105
Tabel 6. 10. Hasil GP Lingo Sesi 2	105
Tabel 6. 11. Hasil GP Lingo Sesi 3	106
Tabel 6. 12. Hasil GP Lingo Sesi 4	106
Tabel 6. 13. Hasil GP Lingo Sesi 5	107
Tabel 6. 14. Hasil GP Lingo Sesi 6	108
Tabel 6. 15. Hasil GP Skenario Sesi 1	109
Tabel 6. 16. Hasil GP Skenario Sesi 2.....	109
Tabel 6. 17. Hasil GP Skenario Sesi 3.....	110
Tabel 6. 18. Hasil GP Skenario Sesi 4.....	110

Tabel 6. 19. Hasil GP Skenario Sesi 5	111
Tabel 6. 20. Hasil GP Skenario Sesi 6	111
Tabel 6. 21. Hasil Perbandingan Alokasi Supply.....	112

DAFTAR SKRIP

Skrip 5. 1. Fungsi Tujuan	91
Skrip 5. 2. Batasan Meminimumkan Biaya	92
Skrip 5. 3. Skrip Batasan Meminimumkan Waktu Pengiriman	92
Skrip 5. 4. Batasan Memaksimalkan Nilai CV	92
Skrip 5. 5. Batasan Meminimalkan Kandungan Abu	93
Skrip 5. 6. Batasan Meminimalkan Kandungan Sulfur	93
Skrip 5. 7. Batasan Meminimalkan HGI	93
Skrip 5. 8. Batasan Kebutuhan Batubara	93
Skrip 5. 9. Batas Kapasitas Stockpile	94
Skrip 5. 10. Batas Supply Tiap Supplier	94

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini akan diuraikan proses identifikasi masalah penelitian yang meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat kegiatan tugas akhir dan relevansi terhadap pengerjaan tugas akhir. Berdasarkan uraian pada bab ini, harapannya gambaran umum permasalahan dan pemecahan masalah pada tugas akhir dapat dipahami

1.1. Latar Belakang

Energi merupakan aspek penting bagi kehidupan manusia dan berpengaruh besar bagi perkembangan suatu negara dalam bidang sosial maupun ekonomi. Pertumbuhan dari kebutuhan suatu energi juga tidak bisa dipisahkan dengan ekonomi. Hal ini dikarenakan kebutuhan energy yang terus menerus meningkat namun sumber daya energi yang ada terbatas. Sehingga dibutuhkannya perencanaan dan pengolahan energi yang tepat guna dan tepat sasaran.

Dalam perencanaan & pengelolaan energy listrik, pengadaan bahan bakar untuk pengelolaan energi merupakan hal yang vital. Dimana bahan bakar Pembangkit Listrik Tenaga Uap berupa batu bara merupakan salah satu sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Batu bara sendiri bukan merupakan sumber daya alam yang tidak terbatas. Bahkan Indonesia diperkirakan terancam krisis batubara pada tahun 2035 [1]. Hal ini dikarenakan cadangan batu bara yang dimiliki oleh Indonesia hanya sebanyak 8 miliar ton saja, sedangkan konsumsi domestik yang dibutuhkan negara sebesar 170 ton batubara pertahun. Selain itu juga memungkinkan adanya percepatan krisis tersebut dikarenakannya harga batu bara yang tidak sebanding dengan harga operasional penambangan batubara [2].

Sejak diberlakukannya UU Nomor 15 Tahun 1985, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 1989 dan

Keputusan Presiden Nomor 37 Tahun 1992, Pemerintah Republik Indonesia memberikan ijin perusahaan swasta untuk berbisnis di bidang pembangkit listrik dan menjual hasil listrik pada Perusahaan Listrik Negara (PLN) [3]. Sehingga dari kondisi tersebut menimbulkan peluang bagi pihak asing untuk ikut berkecimpung dalam bisnis ketenagalistrikan sebagai penanam modal. Maka dari hal tersebut dari beberapa perusahaan asing tersebut membutuhkan perencanaan pengoptimalan untuk mengelola bahan bakar dari pembangkit tersebut, yaitu salah satunya ialah dengan mengoptimalkan pemilihan supplier batubara serta megalokasikan supply batubara pada proses produksi.

Supplier merupakan salah satu mitra bisnis yang memegang peranan dalam menjamin ketersediaan barang pasokan yang dibutuhkan oleh perusahaan. Sebuah perusahaan yang sehat ialah perusahaan yang tidak terlalu berpengaruh apabila supplier yang dimiliki oleh perusahaan tersebut sedang mengalami masalah berupa kualitas yang kurang maksimal maupun pengiriman yang terlambat. Maka dari itu perusahaan harus dengan cermat dalam memilih supplier-nya [4].

Pemilihan supplier sendiri merupakan salah satu kegiatan strategis bagi perusahaan dalam proses bisnisnya. Hal ini juga menjadi suatu hal yang sangat penting bagi perusahaan apabila supplier tersebut memasok barang yang penting bagi perusahaan dan dengan jangka waktu yang panjang. Dalam pemilihan supplier, dibutuhkan berbagai kriteria guna menggambarkan performa dari supplier sehingga dapat membantu pembuat keputusan dalam menentukan keputusannya.

Keputusan untuk memilih supplier pada bahan non kritis pada perusahaan sangat mudah, namun untuk memilih beberapa supplier pada bahan kritis bagi perusahaan dibutuhkan beberapa kriteria yang mampu memastikan secara tepat pilihan supplier tersebut. Wisner et al (2009) memberikan pendapat tentang beberapa kriteria antara lain, teknologi yang digunakan dalam proses produksi, kemauan untuk membagi dan informasi, kualitas, harga, kehandalan, sistim dan waktu pemesanan,

kapasitas, kemampuan untuk berkomunikasi, lokasi, dan pelayanan [5]. Namun beberapa kriteria tersebut dalam pelaksanaannya tidak selalu digunakan secara utuh, tergantung pada kebutuhan dan kepentingan dari perusahaan yang menggunakannya.

Kesalahan dalam melakukan pemilihan *supplier* dapat meningkatkan biaya produksi yang lebih besar. Hal tersebut dapat dibuktikan pada penelitian sebelumnya bahwa pada dasarnya pengeluaran terbanyak, sekitar 70%, Merupakan biaya yang digunakan untuk pembelian material dan komponen produksi [6]. Maka dari itu peranan *supplier* sangat penting bagi pasokan material yang dibutuhkan perusahaan.

Pada studi kasus mengenai pemilihan *supplier* serta pengalokasian supply, sebelumnya pernah dilakukan oleh Chin-Nung Liao [7] dengan menggunakan 3 metode yang diintegrasikan antara *Taguchi Loss Function*, *Analytical Hierarchy Process*, dan *Multi-Choice Goal Programming* dengan kasus calon *supplier* lebih dari satu dan memiliki 7 kriteria. Pada penelitian ke-2 yang dilakukan oleh O. Jadidi [8] membuktikan bahwa pada studi kasus pemilihan *supplier* dapat diselesaikan dengan metode Goal Programming beserta pengembangan dari Goal Programming. Selanjutnya pada penelitian ke-3 yang dilakukan oleh A. Amid [9] membuktikan bahwa *fuzzy multiobjective* dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pemilihan *supplier* dengan tujuan biaya, kualitas, dan lama pengiriman barang.

Studi kasus dalam tugas akhir ini ialah pada PT. XYZ, yaitu merupakan perusahaan pengelola pembangkit tenaga listrik uap dengan kapasitas 615MW. Dimana pada perusahaan ini kebutuhan batubara dipasok oleh beberapa *supplier* dengan berbagai macam kualitas, spesifikasi, harga, serta kapasitas pasokan. Maka dari itu karena pelanggan (PLN) telah meminta dengan batasan spesifikasi tertentu sehingga perusahaan harus dapat memilih *supplier* yang tepat serta menentukan jumlah alokasi pesanan yang optimal. Dimana pada kenyataannya saat ini pemilihan *supplier* hanya berdasarkan harga dan intuisi dari pembuat keputusan.

Pada proses pengambilan keputusan dalam menentukan supplier penulis menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* untuk menilai *supplier* berdasarkan kriteria kriteria yang dimiliki perusahaan. Dan selanjutnya hasil penilaian tersebut digunakan sebagai koefisien fungsi tujuan pada model *Goal Programming* untuk menentukan kuantitas order. Metode AHP dipilih dikarenakan melibatkan beberapa kriteria yang memiliki struktur hubungan kompleks serta metode yang mudah dipahami [10].

Hasil dari pengerjaan tugas akhir ini dapat digunakan bagi perusahaan sebagai sebuah acuan dalam menentukan supplier serta dalam mengalokasikan pesanan batubara yang dibutuhkan perusahaan pada proses evaluasi tender, sehingga perusahaan dapat meningkatkan daya saing dalam perindustrian ketenagalistrikan.

1.2 Rumusan permasalahan

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan permasalahan yang menjadi fokus dan akan diselesaikan pada tugas akhir ini antara lain:

1. Bagaimana memilih supplier batubara untuk memasok batubara sebagai bahan bakar produksi pada PLTU kapasitas 615MW
2. Bagaimana menentukan alokasi supply batubara bagi tiap supplier yang telah terpilih

1.3 Batasan Permasalahan

Batasan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah :

1. Sumber data supplier yang digunakan ialah data data supplier yang telah mengajukan proposal pada perusahaan PT. XYZ selaku perusahaan pengelola PLTU dimana data data kualitas batubara hanya terbatas pada nilai kalor, nilai kandungan air, kandungan abu, kandungan sulfur, dan nilai HGI .
2. Fungsi tujuan dalam menentukan supplier ialah memaksimalkan kualitas, meminimalkan waktu

pengiriman serta meminimalkan biaya pengadaan batubara.

3. Alokasi supply yang dihasilkan dikhususkan untuk pembangkit dengan kondisi beban tinggi dengan kapasitas 615MW.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan tugas akhir ini antara lain:

1. Memilih *supplier* batubara yang tepat untuk memasok batubara pada perusahaan PT.XYZ dengan menggunakan pendekatan metode *Analytical Hierarchy Process*
2. Menentukan alokasi *supply* batubara secara optimal pada beberapa *supplier* yang telah terpilih sebelumnya dengan menggunakan *Goal Programming*.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diberikan dari tugas akhir ini ialah untuk membantu perusahaan PT. XYZ dalam menentukan *supplier* dan alokasi *supply* batubara secara optimal sehingga dapat meningkatkan daya saing perusahaan dalam persaingan perindustrian ketenagalistrikan.

1.6 Relevansi

Kebutuhan energi merupakan kebutuhan yang terus meningkat seiring dengan perkembangan Industri, pertumbuhan ekonomi, serta pertambahan penduduk. Namun sumber daya energi yang dibutuhkan memiliki keterbatasan, dikarenakan sumber daya energi khususnya batubara tersebut merupakan sumber daya yang tidak dapat terbarukan, Maka tiap perusahaan pada sektor pembangkit listrik semakin saling berlomba untuk memproduksi listrik secara efisien dengan biaya yang optimal. Selain itu tugas akhir ini berkaitan dengan laboratorium Rekayasa Data dan Intelegensia Bisnis (RDIB) adalah karena merupakan penerapan dari beberapa mata kuliah dari

laboratorium RDIB antara lain, Riset Operasi, Riset Operasi Lanjut, dan Sistem Pendukung Keputusan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Laporan Tugas Akhir ini antara lain mencakup:

a. Bab I Pendahuluan

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan dan batasan masalah, tujuan, maupun manfaat dari tugas akhir.

b. Bab II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

Pada bab ini dijelaskan mengenai penelitian penelitian serupa yang pernah dilakukan serta teori yang menunjang permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir.

c. Bab III Metodologi

Pada bab ini dijelaskan mengenai tahapan apa saja yang harus dilakukan dalam mengerjakan tugas akhir.

d. Bab IV Perancangan

Pada bab ini dijelaskan perancangan model yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir.

e. Bab V Implementasi

Pada bab ini dijelaskan setiap langkah yang dilakukan dalam mengimplementasikan metodologi yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir.

f. Bab VI Analisis Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini dijelaskan hasil dan pembahasan pada penyelesaian permasalahan yang dibahas pada pengerjaan tugas akhir.

g. Bab VII Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dari semua proses yang telah dilakukan dan saran yang dapat digunakan untuk referensi pengembangan untuk kedepannya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai studi sebelumnya yang berhubungan dengan tugas akhir dan teori - teori yang berkaitan dengan permasalahan tugas akhir.

2.1 Studi Sebelumnya

Dalam pengerjaan tugas akhir ini terdapat beberapa penelitian yang terkait untuk bisa dijadikan sebagai bahan studi literatur untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Beberapa penelitian sebelumnya disajikan dalam bentuk tabel seperti dibawah ini.

Tabel 2. 1. Penelitian Sebelumnya

Judul Paper	Supplier selection model using taguchi loss function, analytical hierarchy process and multi-choice goal programming
Penulis; Tahun	Chin-Nung liao, Hsing-Pei Kao; 2010
Deskripsi Umum Penelitian	Penelitian ini dilakukan untuk menentukan supplier terbaik. Dimana pada proses seleksinya menggunakan 3 metode antara lain, <i>Taguchi Loss Function</i> , <i>Analytical Hierarchy Process</i> , dan <i>Multi-choice Goal Programming</i> . Dari masing masing metode memiliki fungsi tersendiri. Untuk tahapan pertama ialah dilakukan penilaian terhadap kerugian masing masing kriteria seleksi dengan menggunakan taguchi loss function. Selanjutnya dilakukan penghitungan bobot dari masing masing kriteria dengan menggunakan AHP. Untuk tahapan terakhir dengan menggunakan MCGP diformulasikan dan diselesaikan untuk mengidentifikasi pemasok yang paling baik diantara pemasok yang lain.

	Keuntungan dari metode ini adalah memungkinkan bagi pembuat keputusan untuk mengatur beberapa tingkat aspirasi dalam kriteria alokasi sumberdaya. Kedua masalah dapat dengan mudah dapat dengan mudah dipecahkan dengan metode ini dan metode ini memungkinkan untuk penyelesaian masalah MCDM lain, seperti pemilihan lokasi, pengembangan produk, dan kegiatan produksi. Dimana data yang dimiliki tidak jelas dan tidak pasti.
Keterkaitan Penelitian	Penelitian ini dapat menjadi referensi yang pernah dilakukan terkait dengan optimasi menggunakan <i>Analytical Hierarchy Process</i> dan <i>multi-choice goal programming</i> .

Judul Paper	A new normalized goal programming model for multi-objective problems: A case of supplier selection and order allocation.
Penulis; Tahun	O. Jadidi, S. Zolfaghari, S. Cavalieri; 2014
Deskripsi Umum Penelitian	Penelitian ini didasari oleh kasus pemilihan supplier, dimana pada kasus pertama peneliti melakukan percobaan dengan menentukan tujuan yang pasti pada pemilihan supplier (Crisp MOOP). Pada kasus pertama digunakan <i>Weighted Goal Programming</i> . Sedangkan pada kasus kedua, yang telah ditentukan diawal ialah nilai pembobotan dari masing masing kriteria pemilihan supplier. Sehingga untuk solusinya digunakan beberapa metode yang dapat digunakan seperti <i>Compromise Programming</i> , <i>Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution</i> , <i>Weighted Objectives</i> , <i>Min-Max Goal Programming</i> , dan

	<i>Weighted Max- Min Model</i> . Namun dari tiap tiap metode tersebut masih belum didapatkan tingkat konsistensi yang baik, sehingga penulis mengembangkan metode WGP menjadi <i>Normalized Goal Programming</i> pada kasus pertama dan <i>Relaxed Normalized Goal Programming</i> pada kasus kedua.
Keterkaitan Penelitian	Pada penelitian ini data digunakan sebagai referensi tambahan mengingat studi kasus tidak memiliki perbedaan yang jauh serta memiliki kemiripan metode dalam pengalokasian order oleh <i>supplier</i> , yaitu dengan menggunakan pengembangan dari <i>Goal Programming</i> .

Judul Paper	A weighted max – min model for fuzzy multi objective supplier selection in supply chain
Penulis; Tahun	A. Amid, S.H. Ghodsypour, C.O'Brien ; 2011
Deskripsi Umum Penelitian	Pada penelitian ketiga ini membahas tentang penggunaan metode <i>fuzzy</i> dan AHP, dimana pada penelitian ini penggunaan <i>fuzzy</i> digunakan untuk mengatasi ketidak akuratan pada informasi yang dimiliki <i>supplier</i> , sedangkan AHP digunakan untuk pemberian bobot pada kriteria kriteria yang dimiliki <i>supplier</i> agar memiliki nilai <i>tangible</i> .
Keterkaitan Penelitian	Penelitian ini dapat menjadi referesi dalam metodologi penelitian.

2.2 Dasar Teori

Sub bab ini berisi teori-teori yang mendukung serta berkaitan dengan tugas akhir yang dikerjakan.

2.2.1. Manajemen Pengadaan

Tugas bagian pengadaan ialah melakukan proses pembelian barang ataupun jasa. Pada proses pembelian barang ataupun

jasa, bagian pengadaan berkewajiban untuk melakukan pengadaan dengan biaya yang murah, berkualitas, serta tidak ada kendala dalam proses pengiriman. Dan dari hal tersebut bagian pengadaan harus melakukan pemilihan *supplier*. Dimana pemilihan *supplier* tersebut memungkinkan untuk memakan waktu dan sumber daya perusahaan apabila *supplier* yang dicari merupakan *supplier* kunci bagi perusahaan. Dimana pemilihan *supplier* kunci harus sejalan dengan strategi *supply chain* perusahaan [11].

2.2.2. Pemilihan Supplier

Pemilihan *supplier* merupakan kegiatan strategis, terutama apabila *supplier* tersebut merupakan pemasok *item/* material yang bersifat kritis bagi perusahaan dan/atau merupakan material yang akan digunakan dalam jangka waktu yang panjang dan berlanjut. Kriteria pemilihan merupakan salah satu hal yang penting dalam pemilihan *supplier* dan dari karakter tersebut harus mencerminkan strategi *supply chain* maupun karakteristik dari item yang akan dipasok [11].

Secara umum permasalahan pemilihan *supplier* dapat dibedakan menjadi dua macam. Untuk tipe pertama, satu *supplier* dapat memenuhi segala kebutuhan perusahaan (*single sourcing*), sehingga manajemen (perusahaan) harus membuat satu keputusan dalam menentukan *supplier* terbaik. Tipe kedua, karena tidak ada *supplier* yang dapat memenuhi persyaratan dari perusahaan. Maka dibutuhkan banyak *supplier* untuk memenuhi segala kebutuhan perusahaan tersebut (*multiple sourcing*) [12]. Dalam kasus tertentu, terkadang perusahaan ingin memisahkan jumlah pesanan berdasarkan kriteria kriteria tertentu seperti harga, kuantitas, dan kriteria kriteria lainnya.

Maka dari itu pemilihan *supplier* dapat didasarkan pada beberapa kriteria seperti harga, waktu, waktu pengiriman ,serta kualitas. Pada umumnya metode dalam pemilihan *supplier* hanya berdasarkan data data kuantitatif, seperti harga barang ataupun waktu pengiriman. Namun untuk penilaian berdasarkan kualitas (seperti performa perusahaan, kebijakan garansi terhadap kualitas barang, dll) jarang dilakukan.

Sehingga dibutuhkannya pemilihan *supplier* dengan perhitungan baik kuantitas maupun kualitas

2.2.3. Kriteria Pemilihan Supplier

Faktor faktor yang diperhatikan dalam pemilihan supplier menurut Wisner *et al.*(2005) [5] , antara lain:

1. Teknologi yang digunakan dalam proses produksi
Supplier harus mempunyai produk yang bernilai baik dan terbaru serta mengikuti perkembangan mengenai produk yang dihasilkan.
2. Kemauan untuk membagi teknologi dan informasi
Dengan adanya perkembangan yang mengharuskan perusahaan untuk *outsourcing*, *supplier* diharuskan untuk dapat membagi teknologi dan informasi, serta meningkatkan keterlibatan *supplier* pada proses perencanaan, sehingga pelanggan dapat lebih berkonsentrasi pada bisnis utama.
3. Kualitas
Kualitas barang yang dibeku sangat penting dalam pemilihan supplier. Kualitas harus tinggi dan konsisten karena kualitas akan memberikan pengaruh secara langsung pada barang jadi yang dihasilkan.
4. Harga
Ketika harga per unit dari suatu material tidak sama antara satu dengan yang lain pada saat pemilihan supplier, maka harga total merupakan faktor yang sangat penting. Total harga disini merupakan jumlah keseluruhan dari harga per unit per material, *term of payment*, potongan harga yang didapatkan, biaya pemesanan, biaya logistik, biaya pemeliharaan, dan biaya biaya lain yang sulit untuk dievaluasi saat pemilihan *supplier* dilaksanakan.
5. Keandalan

Disamping nilai kualitas yang dapat diandalkan, kehandalan mengacu pada karakteristik *supplier* lainnya. Ketika *supplier* memiliki kestabilan finansial dapat meningkatkan nilai kehandalan (realibilitas) dari *supplier* tersebut, dikarenakan hal itu dapat meningkatkan investasinya untuk mengembangkan produk yang ditawarkan *supplier*. Selain itu kehandalan dalam pengiriman barang yang dipasok merupakan hal yang sangat berpengaruh, karena jika ditemui keterlambatan maka akan berakibat secara langsung pada proses produksi perusahaan yang melakukan pemesanan pasokan.

6. Sistem dan waktu pemesanan

Kemudahan untuk pemesanan dan waktu pengiriman juga merupakan kriteria yang penting dalam memilih *supplier*. Dimana proses pemesanan harus mudah, cepat, dan efektif. Serta dalam pengiriman barang waktu yang dibutuhkan harus pendek, sehingga untuk pemesanan dengan jumlah sedikit dapat dipesan lebih sering untuk menurunkan biaya persediaan (*inventory holding cost*).

7. Kapasitas

Supplier harus mempunyai kapasitas yang besar untuk memenuhi permintaan dan sesuai dengan persyaratan yang diminta dan mampu memenuhi permintaan dalam jumlah yang besar apabila diperlukan.

8. Kemampuan untuk berkomunikasi

Supplier harus bisa berkomunikasi dengan semua pihak. Berkomunikasi ini dalam hal mengkomunikasikan dengan baik mengenai produk yang dijual sehingga calon pembeli dapat tertarik untuk memilih *supplier* tersebut.

9. Lokasi

Faktor geografis sangatlah penting dalam pemilihan *supplier*, dimana letak geografis dari *supplier* dapat mempengaruhi lama waktu pengiriman (*delivery lead time*) serta biaya logistik. Sehingga lokasi memberikan pengaruh tambahan biaya terhadap harga produk yang ditawarkan oleh *Supplier*.

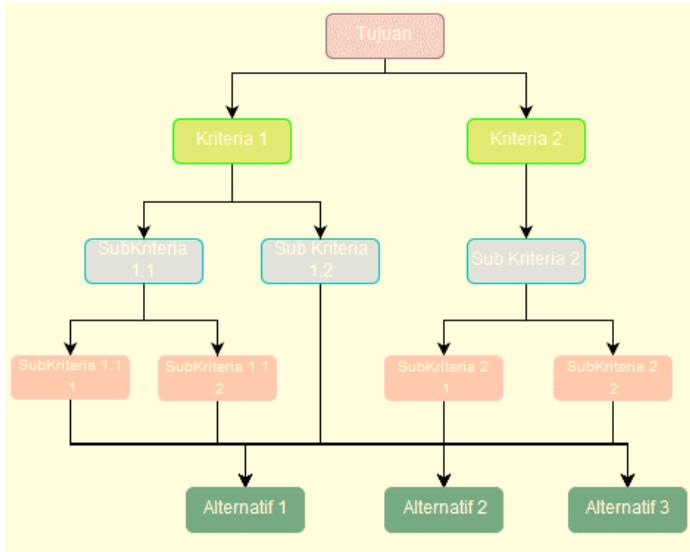
10. Pelayanan

Supplier harus dapat melayani pelanggan apabila diperlukan untuk melakukan *back-up* produk yang dihasilkan secara cepat.

2.2.4. Analytical Hierarchy Process

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan salah satu model pendukung keputusan yang ditemukan dan dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. AHP sering kali direpresentasikan dengan permasalahan yang kompleks dengan struktur hirarki, dimana pada level pertama berupa tujuan, untuk level kedua berupa faktor, untuk level berikutnya kriteria, sub kriteria, dan seterusnya kebawah sampai mencapai level terakhir dari alternative yang dimiliki [13].

Penerapan AHP dimulai dengan masalah yang didekomposisikan menjadi hirarki kriteria sehingga dapat lebih mudah untuk dianalisa dan dibandingkan secara independen. Setelah hirarki logis dibangun, maka selanjutnya para pembuat keputusan dapat secara sistematis menilai alternatif dengan membuat perbandingan berpasangan (*pair-wise comparisons*) pada masing masing kriteria yang dipilih. Perbandingan tersebut dapat menggunakan data konkret dari alternatif maupun penilaian manusia sebagai cara untuk memasukkan informasi [14]. Gambar 2.1. merupakan contoh dari hirarki pada metode AHP.



Gambar 2. 1. Hirarki pada AHP

AHP memiliki 4 landasan aksioma (kebenaran), landasan tersebut antara lain

1. *Reciprocal Comparison*

Maksud dari *Reciprocal Comparison* ialah pengambilan keputusan harus data memuat perbandingan dan menyatakan preferensinya. Dimana preferensi harus memenuhi syarat resiprokal yaitu apabila X lebih disukai dibanding Y dengan skala z, maka Y lebih disukai daripada X dengan skala $1/z$.

2. *Homogeneity*

Maksud dari *Homogeneity* ialah preferensi seseorang harus dapat dinyatakan dalam skala terbatas atau tiap elemennya dapat dibandingkan satu sama lain. Apabila aksioma tidak terpenuhi maka elem yang dibandingkan bersifat tidak homogen sehingga harus dibentuk kelompok elemen baru.

3. *Independence*

Maksud dari *Independence* ialah preferensi dinyatakan dengan mengasumsikan bahwa kriteria tidak dipengaruhi oleh alternatif tertentu melainkan oleh objektif keseluruhan. Jadi, perbandingan antar elemen pada satu tingkat dipengaruhi oleh elemen pada tingkat di atasnya.

4. *Expectation*

Maksud dari *Expectation* ialah struktur hirarki diasumsikan lengkap. Jadi apabila asumsi tersebut tidak terpenuhi maka pengambil keputusan tidak memakai seluruh kriteria yang diperlukan sehingga keputusan yang diambil dianggap tidak lengkap.

2.2.4.1. Kelebihan dan Kekurangan AHP

Dari tiap metode analisa pasti memiliki kelebihan dan kekurangannya masing masing. Begitu pula dengan metode AHP, berikut ini merupakan kelebihan serta kekurangan yang dimiliki AHP [13] :

Kelebihan AHP

1. Kesatuan (*Unity*)

Metode AHP membuat permasalahan yang luas dan tidak terstruktur menjadi suatu model yang fleksibel dan mudah untuk dipahami.

2. Kompleksitas (*Complexity*)

Metode AHP dapat memecahkan permasalahan yang kompleks dengan pendekatan sistem dan pengintegrasian secara deduktif.

3. Saling ketergantungan (*Inter Dependence*)

Metode AHP digunakan pada elemen yang bebas dan tidak memerlukan hubungan linier.

4. Struktur Hirarki (*Hierarchy Structuring*)

Metode AHP mengelompokkan elemen aplikasi pada level level yang berbeda dimana masing masing level berisi elemen serupa.

5. Pengukuran (*Measurement*)

Metode AHP memiliki skala pengukuran dan metode dalam menentukan prioritas.

6. Konsistensi (*Consistency*)

Metode AHP mempertimbangkan konsistensi logis pada penilaian untuk menentukan prioritas.

7. Sintesis (*Synthesis*)

Metode AHP mengarah pada perkiraan keseluruhan mengenai seberapa diinginkannya masing masing alternative.

8. *Trade Off*

Metode AHP mempertimbangkan prioritas relatif dari setiap faktor faktor pada sistem sehingga pembuat keputusan dapat memilih alternatif tersebut berdasarkan tujuan yang ingin dituju.

9. Penilaian dan Konsensus (*judgement & Consensus*)

Metode AHP tidak mengharuskan adanya suatu konsensus untuk menggabungkan hasil penilaian yang berbeda.

10. Pengulangan Proses (*Process Repetition*)

Metode AHP dimana dilakukan penyaringan definisi dari suatu permasalahan serta pengembangan penilaian maupun pengertian mengenai proses pengulangan

Kekurangan AHP

1. Ketergantungan model AHP terhadap input utamanya. Dimana pada input utama nya AHP melibatkan persepsi secara subyektif dari seorang ahli.
2. Metode AHP hanya berupa metode matematis tanpa adanya pengujian secara statistic sehingga tidak ada

batas kepercayaan dari kebenaran model yang terbentuk.

2.2.4.2. Prinsip Dasar AHP

Dalam mengambil keputusan dengan metode AHP, terdapat beberapa prinsip dasar yang harus dipahami, antara lain [15]:

a) Dekomposisi

Prinsip ini merupakan pemecahan permasalahan menjadi bentuk hirarki dimana setiap unsur tersebut saling berhubungan. Dan untuk hasil yang akurat, pemecahan permasalahan dilakukan hingga unsur unsur hasil pecahan tersebut tidak dapat dibagi kembali. Struktur hirarki keputusan tersebut dapat disebut sebagai hirarki *complete* apabila semua elemen pada suatu tingkat saling terhubung dengan elemen pada tingkat berikutnya. Namun, apabila tidak saling terhubung hirarki tersebut dapat disebut *incomplete*.

b) Penilaian komparatif (*Comparative judgement*)

Prinsip ini memberikan penilaian terhadap kepentingan relative dari dua elemen ada suatu tingkat tertentu dan memiliki kaitan dengan tingkat yang ada di atasnya. Penilaian ini dapat disajikan dalam bentuk matriks - *pair-wise comparison* (perbandingan berpasangan) yaitu merupakan matrik perbandingan dimana memuat tingkat preferensi beberapa alternative pada kriteria. Dengan skala preferensi mulai dari 1 (tingkat paling rendah) hingga skala 9 (tingkat paling tinggi). **Tabel 2.2.** menampilkan skala perbandingan berpasangan [16]:

Tabel 2. 2. Skala Perbandingan Berpasangan

Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Sama pentingnya dibanding dengan yang lain	Dua elemen memiliki pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Moderat pentingnya dibandingkan dengan yang lain	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
5	Kuat pentingnya dibanding dengan yang lain	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibanding elemen lainnya
7	Sangat kuat pentingnya dibanding dengan yang lain	Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek
9	Ekstrim pentingnya dibanding dengan yang lain	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan.
2,4,6,8	Nilai diantara dua penilaian yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi diantar dua pilihan

Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
Reciprocal	Jika elemen i memiliki salah satu angka diatas dibandingkan elemen j , maka j memiliki nilai kebalikannya ketika disbanding dengan i .	Asumsi yang wajar

Dalam penilaian kepentingan relative dua elemen berlaku aksioma reciprocal artinya jika elemen i dinilai 3 kali lebih penting disbanding j , maka elemen j harus sama dengan $1/3$ kali pentingnya elemen i . Disamping itu, bila dua elemen dibandingkan menghasilkan angka 1 berarti sama penting.

c) Sintesa prioritas (*Synthesis of periority*)

Pada prinsip ini menyajikan matriks *pair-wise comparison* untuk kemudian dicari *eigenvector* guna mendapatkan *local priority*. Untuk mendapatkan *global priority* dapat dilakukann proses sintesa diatara *local priority*. Hal ini dapat dilakukan karena matriks *pairwise comparison ada pada setiap tingkat*.

d) Konsistensi logis (*Logical Consistency*)

Konsistensi logis merupakan karakteristik yang paling penting, dimana karakteristik ini dapat dicapai dnega mengagregasikan seluruh *eigenvector* yang diperoleh dari tingkatan hirarki, lalu selanjunya diperoleh suatu vektor *composite* tertimbang yang menghasilkan urutan pengambilan keputusan.

2.2.4.3. Tahapan AHP

Berikut ini merupakan tahapan pengambilan keputusan dengan menggunakan metode AHP:

1. Menentukan masalah serta menentukan solusi yang diharapkan.
2. Membuat struktur hirarki dengan tujuan umum, kriteria, subkriteria, dan alternative pilihan secara berurutan.
3. Membentuk matriks *pair-wise comparison* yang menggambarkan kontribusi relatif pada masing masing tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya. Perbandingan dilakukan atas pilihan dari pembuat keputusan dengan membandikan antar elemen.
4. Menormalkan data dengan cara membagi nilai dari setiap elemen didalam matriks yang berpasangan dengan nilai total dari setiap kolom.
5. Menghitung nilai *eigenvector* dan menguji konsistensinya.
6. Mengulangi langkah 3, 4, dan 5 pada tiap tingkat dalam hirarki.
7. Menghitung nilai *eigenvector* dari setiap matriks perbandingan berpasangan.
8. Menguji konsistensi hirarki. Apabila tidak memenuhi dengan $CR \leq 0,100$ maka penilaian harus diulang kembali.

2.2.4.4. Penetapan Prioritas

Dalam menetapkan prioritas dilakukan perbandingan seluruh elemen untuk setiap hirarki. Jika pada subsistem operasi terdapat n elemen operasi, maka hasil perbandingan akan membentuk matriks dengan ukuran $n \times n$, seperti Tabel 2.3. dibawah ini:

Tabel 2. 3. Matriks Perbandingan Berpasangan

	A_1	A_2	...	A_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
A_n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nn}

Matriks $A_{n \times n}$ merupakan matriks *reciprocal*, yang diasumsikan terdapat n elemen yaitu w_1, w_2, \dots, w_n yang membentuk perbandingan. Nilai perbandingan berpasangan secara berpasangan antara w_i, w_j direpresentasikan dalam sebuah matriks $w_i, w_j = a_{ij}$ dengan $ij = 1, 2, \dots, n$. Sedangkan nilai a_{ij} merupakan nilai matriks hasil perbandingan yang mencerminkan nilai kepentingan A_i terhadap A_j bersangkutan sehingga diperoleh matriks yang dinormalisasi. Apabila vektor pembobotan elemen operasi dinyatakan dengan menggunakan W , dimana $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$, maka intensitas kepentingan elemen operasi A_1 terhadap A_2 adalah $\frac{w_1}{w_2}$. Sehingga pada **Tabel 2.4.** menampilkan matriks perbandingan berpasangan yang dihasilkan.

2.2.4.4. Eigenvalue dan Eigenvecctor

Apabila A merupakan matriks $n \times n$ maka vektor tak nol x didalam R^n dinamakan *eigenvector* dari A jika Ax kelipatan scalar x , yakni:

$$Ax = \lambda x$$

Tabel 2. 4. Matriks perbandingan kepentingan elemen operasi

	A ₁	A ₂	...	A _n
A ₁	$\frac{w1}{w1}$	$\frac{w1}{w2}$	...	$\frac{w1}{wn}$
A ₂	$\frac{w2}{w1}$	$\frac{w2}{w2}$	...	$\frac{w2}{wn}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A _n	$\frac{wn}{w1}$	$\frac{wn}{w2}$	...	$\frac{wn}{wn}$

Skalar λ dinamakan *eigenvalue* dari A dan x dikatakan *eigenvector* yang bersesuaian dengan λ . Maka untuk mencari *eigenvalue* dari matriks A dengan ukuran $n \times n$ dapat ditulis dengan persamaan seperti dibawah ini :

$$(\lambda I - A) = 0$$

Agar λ menjadi *eigenvalue*, maka harus ada pemecah tak nol dari persamaan ini. Namun persamaan tersebut akan mempunyai pemecahan tak nol jika dan hanya jika:

$$\det(\lambda I - A) = 0$$

Hal tersebut dinamakan persamaan karakteristik A, scalar yang memenuhi persamaan ini ialah *eigenvalue* dari nilai A.

Apabila nilai perbandingan elemen A_i terhadap elemen A_j adalah a_{ij}, maka secara teori matriks tersebut memiliki ciri positif berkebalikan, yakni a_{ij} = 1/ a_{ji}. Bobot yang dicari dinyatakan dalam vektor w =(w₁, w₂, ..., w_n). Dimana nilai w_n menyatakan bobot kriteria A_n terhadap keseluruhan set kriteria pada sub sistem tersebut.

Sebuah matriks disebut konsisten dikarenakan a_{ij}.a_{jk} = a_{ik} untuk semua i, j, k. Dimana apabila a_{ij} mewakili derajat kepentingan i

terhadap faktor j , dan juga a_{jk} menyatakan kepentingan j terhadap faktor k .

Untuk elemen a_{ij} pada matriks konsisten dengan faktor w dapat ditulis menjadi:

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}; \forall i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.1)$$

Maka selanjutnya akan diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$a_{ij} \cdot w_j = 0 \text{ atau } a_{ij} \cdot w_j - w_i = 0 \quad (2.2)$$

Jadi rumus matriks konsistennya adalah :

$$a_{ij} \cdot a_{jk} = \frac{w_i}{w_j} \cdot \frac{w_j}{w_k} = \frac{w_i}{w_k} = a_{ik} \quad (2.3)$$

Seperti yang diuraikan diatas, maka matriks *pairwise comparison* diuraikan seperti berikut ini:

$$a_{ji} = \frac{w_i}{w_j} = \frac{1}{w_i/w_j} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (2.4)$$

Maka dari persamaan diatas dapat di dapat persamaan

$$a_{ji} \cdot \frac{w_i}{w_j} = 1; \forall i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.5)$$

Dengan demikian matriks *pairwise comparison* yang konsisten menjadi:

$$\sum_{j=1}^n a_{ji} \cdot w_j \frac{1}{w_j} = n; \forall i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.6)$$

Dari persamaan diatas didapatkan bentuk persamaan matriks dibawah ini:

$$A \cdot w = n \cdot w \quad (2.7)$$

Dalam teori matriks, w diekspresikan sebagai *eigenvector* dari matriks A dengan eigenvalue n . sehingga dalam bentuk matriks dapat ditulis sebagai berikut:

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & & & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

Namun pada prakteknya, tidak dapat menjamin bahwa :

$$a_{ij} = \frac{a_{ik}}{a_{jk}} \quad (2.9)$$

Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan faktor penilaian yang tidak konsisten dalam mengekspresikan preferensi terhadap elemen yang dibandingkan.

2.2.4.5. Uji Konsistensi Indeks dan Rasio

Dalam teori matriks, kesalahan kecil pada koefisien dapat menyebabkan penyimpangan kecil pada *eigenvalue*. Dengan mengkombinasikan apa yang telah diuraikan sebelumnya, apabila diagonal utam dari matriks A memiliki nilai satu dan jika A konsisten, maka penyimpangan kecil dari a_{ij} akan tetap menunjukkan *eigenvalue* terbesar λ maks, dan nilai akan mendekati n dan *eige value* sisanya akan mendekati nol. Penyimpangan tersebut dinyatakan dengan indeks konsistensi dengan persamaan:

$$CI = \frac{(\lambda_{maks} - n)}{(n-1)} \quad (2.10)$$

Dimana

CI = Rasio penyimpangan (deviasi) konsistensi (consistency index)

λ_{maks} = *eigenvalue* maksimum

n = ukuran matriks

Apabila CI memiliki nilai nol, berarti matriks konsisten, batas ketidak konsistensian yang ditetapkan Saaty diukur dengan menggunakan Rasio Konsistensi (CR), yaitu perbandingan indeks konsistensi dengan nilai random indeks (RI). Nilai ini bergantung pada ordo matriks n . Sehingga ,Rasio Konsistensi (CR) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.11)$$

Tabel 2.5. menampilkan perbandingan indeks konsistensi

Tabel 2. 5. Tabel perbandingan indeks konsistensi

Ukuran Matriks	RI
1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,58
15	1,59

2.2.5. Goal Programming

Goal Programming merupakan salah satu metode matematis perluasan dari metode program linear (*linear Programming*) yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan guna menganalisa serta mencari sebuah solusi optimal dari sebuah permasalahan, dimana metode ini melibatkan banyak tujuan untuk mendapatkan solusi yang optimal. Pendekatan dasar dalam *goal programming* adalah untuk menetapkan suatu tujuan yang dinyatakan dengan angka tertentu untuk setiap tujuan, merumuskan suatu fungsi tujuan, dan kemudian mencari penyelesaian dengan meminimalkan jumlah penyimpangan penyimpangan dari fungsi tujuan [17].

Dalam *Goal Programming* memiliki beberapa asumsi dasar yang diperlukan, asumsi asumsi tersebut antara lain [18]:

1. Linieritas

Asumsi ini menunjukkan bahwa perbandingan antar input satu dengan output yang lainnya atau untuk suatu input dengan output besarnya tetap dan terlepas pada tingkat produksi. Dan, hubungannya bersifat linier.

2. Proporsionalitas

Asumsi ini menyatakan bahwa apabila peubah pengambilan keputusan berubah, maka dampak perubahannya akan menyebar dalam proporsi yang sebanding dengan fungsi tujuan serta fungsi kendalanya. Sehingga tidak berlaku hukum kenaikan hasil yang semakin berkurang.

3. Aditivitas

Asumsi ini menyatakan bahwa nilai parameter dari suatu kriteria optimasi merupakan jumlah dari nilai nilai individu. Dampak total terhadap kendala ke-I merupakan jumlah dampak individu terhadap peubah pengambil keputusan.

4. Divisibilitas

Asumsi ini menyatakan bahwa peubah pengambilan keputusan, jika diperlukan dapat dibagi dalam beberapa pecahan.

5. Deterministik

Asumsi ini menghendaki agar semua parameter tetap dan diketahui atau ditentukan secara pasti.

Dalam *Goal Programming* juga sering kali ditemukan beberapa istilah, berikut ini merupakan istilah-istilah yang digunakan dalam *Goal Programming* [19]:

1. Variabel keputusan (*Decision Variables*)

Variabel keputusan merupakan seperangkat variable yang tidak diketahui dimana seperangkat variable tersebut berada dibawah pengawasan kontrol pengambil keputusan. Variabel tersebut berpengaruh

terhadap solusi permasalahan dan keputusan yang akan diambil. Variabel keputusan biasanya dilambangkan dengan contoh, $X_j (j=1, 2, 3, \dots, n)$

2. Nilai sisi kanan (*right hand sides values*)

Nilai sisi kanan merupakan nilai nilai yang menunjukkan ketersediaan sumber daya (dilambangkan dengan b_i) yang akan ditentukan kekurangan ataupun kelebihan penggunaannya.

3. Koefisien teknologi (*technology coefficient*)

Koefisien teknologi merupakan nilai nilai berupa angka (dilambangkan dengan a_{ij}) yang akan dikombinasikan dengan variabel keputusan, dimana akan menunjukkan penggunaan terhadap pemenuhan nilai kanan.

4. Variabel Deviasional (penyimpangan)

Variabel deviasional merupakan variabel yang menunjukkan penyimpanan negative maupun positif dari nilai sisi kanan fungsi tujuan. Variabel penyimpangan negatif berfungsi sebagai penampung penyimpangan yang berada dibawah sasaran yang dikehendaki, sedangkan variabel penyimpangan positif berfungsi sebagai penampung penyimpangan yang berada diatas sasaran. Dalam model *Goal Programming* dilambangkan dengan d_i^- untuk penyimpangan negatif dan d_i^+ untuk penyimpangan positif dari nilai sisi kanan tujuan.

5. Fungsi tujuan

Fungsi tujuan merupakan fungsi matematis dari variabel variabel keputusan yang menunjukkan hubungan dengan nilai sisi kanan. Dalam *Goal Programming*, fungsi tujuan adalah variabel deviasional yang diminimumkan.

6. Fungsi pencapaian

Fungsi pencapaian merupakan fungsi matematis dari variabel-variabel simpanan yang menyatakan kombinasi sebuah objektif.

7. Fungsi tujuan mutlak

Fungsi tujuan mutlak merupakan tujuan yang tidak boleh dilanggar, maksud dari tidak boleh dilanggar ini ialah mempunyai penyimpangan positif dan atau negatif bernilai nol. Prioritas pencapaian dari fungsi tujuan ini berada pada urutan pertama, solusi yang dihasilkan dari prioritas pencapaian ini adalah terpenuhi atau tidak terpenuhi.

8. Prioritas

Prioritas merupakan suatu sistem urutan dari banyaknya tujuan pada model yang memungkinkan tujuan – tujuan tersebut disusun secara ordinal dalam *Goal Programming*. Sistem urutan tersebut menempatkan tujuan – tujuan tersebut dalam susunan dengan hubungan seri.

9. Pembobotan

Pembobotan merupakan timbangan matematis yang dinyatakan dengan angka ordinal yang digunakan untuk membedakan variabel-variabel simpanan i dalam suatu tingkat prioritas k .

Dalam menentukan perumusan pada metode *Goal Programming*, formula-formula yang digunakan ialah terdiri dari fungsi tujuan, variabel keputusan, dan batasan permasalahan.

2.2.5.1. Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan merupakan perumusan tujuan dalam bentuk matematis guna mendapatkan hasil yang maksimal maupun minimal sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan. Fungsi

tujuan dapat dituliskan dalam bentuk formula, berikut ini merupakan formula dari fungsi tujuan:

$$\text{Maximize} = nX_1 + nX_2 + nX_3 + \dots + nX_n \quad (2.12)$$

$$\text{Minimize} = nX_1 + nX_2 + nX_3 + \dots + nX_n \quad (2.13)$$

Dimana:

n = nilai positif dari variabel

X_1, X_2, \dots, X_n = variabel keputusan yang digunakan dalam mencapai fungsi tujuan.

Perumusan *maximize* digunakan untuk meningkatkan tujuan, sedangkan *minimize* digunakan untuk meminimalkan tujuan.

2.2.5.2. Batasan

Batasan merupakan variabel pembatas dalam mencapai suatu tujuan. Dalam penulisannya batasan dapat ditulis secara matematis dengan formula, sebagai berikut:

$$\text{Batasan 1} = nX_1 + nX_2 + nX_3 + \dots + nX_n \geq p \quad (2.14)$$

$$\text{Batasan 2} = nX_1 + nX_2 + nX_3 + \dots + nX_n \leq q \quad (2.15)$$

Dimana:

Batasan 1 dan 2 = variabel - variabel yang menjadi batasan dalam mencapai fungsi tujuan.

n = nilai positif dari variabel

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ = variabel keputusan yang digunakan untuk mencapai fungsi tujuan

p & q = nilai konstanta yang menjadi pembatas pada masing masing batasan

Fungsi tujuan dan batasan pada penjelasan diatas merupakan formula dalam bentuk metoda *LinerProgramming*. Selanjutnya langkah yang harus dilakukan ialah mengubah formula tersebut kedalam bentuk *Goal Programming*. Dalam pengubahan formula, terdapat penambahan variabel deviasi. Dimana variabel deviasi tersebut digunakan untuk membuat fungsi tujuan baru dengan meminimalkan variabel deviasi yang telah

ditentukan [20]. Berikut ini merupakan rumus fungsi tujuan dengan meminimalkan variabel deviasi, antara lain:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=0}^m w_i P_i (d_i^+ + d_i^-) \quad (2.16)$$

Dimana :

P_i = level prioritas dari setiap tujuan

w_i = konstanta dari non-negative untuk pembobotan

Dengan batasan :

$$\sum_{j=i}^n a_{ij} x_{ij} + d_i^- - d_i^+ = b_i (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2.17)$$

$$x_{ij}, d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad (2.18)$$

$$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (2.19)$$

$$P_1 > P_2 > \dots > P_n \quad (2.20)$$

Dimana

d_i^- dan d_i^+ = variabel deviasi untuk setia j pada tujuan b_i

x_{ij} = variabel keputusan

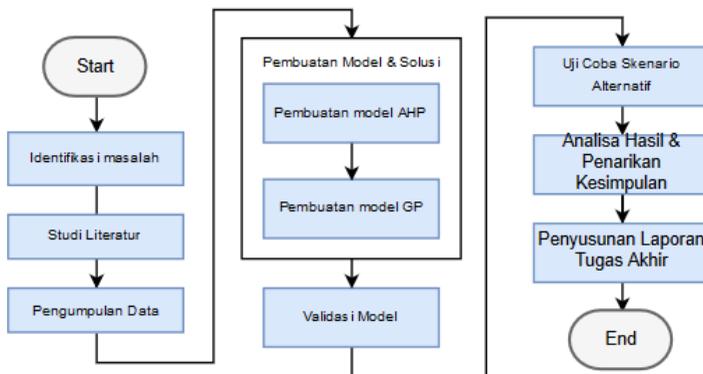
a_{ij} = variabel keputusan yang koefisien

BAB III METODE Pengerjaan TUGAS AKHIR

Pada bagian ini akan dijelaskan metode metode yang digunakan pada penelitian tugas akhir yang dibuat. Metode ini digunakan sebagai pedoman agar tahapan pengerjaan tugas akhir kali ini sesuai dan terarah secara sistematis. Berikut merupakan tahapan tahapan dalam pengerjaan tugas akhir ini, antara lain:

3.1. Diagram Metodologi

Gambar 3.1. merupakan alur metodologi pengerjaan tugas akhir ini :



Gambar 3. 1. Metodologi

3.2. Uraian Metodologi

Berdasarkan pada diagram alur metodologi pada sub bab sebelumnya, berikut ini merupakan penjelasan dari masing metodologi tersebut.

3.2.1. Identifikasi Permasalahan

Tahapan ini merupakan tahapan pertama dalam penyusunan tugas akhir. Pada tahap ini akan dilakukan penggalian data dan

analisis permasalahan yang berkaitan dengan topik tugas akhir berupa pemilihan *supplier* serta alokasi pemesanan batubara pada PT. XYZ. Proses penggalan data & analisa permasalahan tersebut dilakukan dengan metode wawancara dengan pihak PT.XYZ selaku perusahaan pengoperasi PLTU. Dikarenakan dalam menentukan *supplier* perusahaan hanya membandingkan harga dan pemilihannya terbatas dengan menggunakan intuisi dari bagian *middle & top management*. Dengan analisis permasalahan tersebut dapat digunakan untuk menentukan solusi permasalahan maupun tugas akhir..

3.2.2. Studi Literatur

Pada tahapan studi literatur ini dilakukan pengumpulan referensi, yang berasal dari narasumber dari perusahaan, buku, penelitian sebelumnya, serta dokumen dokumen yang terkait. Dari beberapa referensi yang dikumpulkan dilakukan pengkajian mengenai konsep maupun metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada tugas akhir ini.

3.2.3. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data data dan wawancara yang berhubungan dengan penyelesaian tugas akhir. Data data tersebut didapatkan dari PT. XYZ selaku salah satu perusahaan pengelola PLTU. Data yang dikumpulkan antara lain:

- Kriteria kebutuhan boiler,
- Data *supplier* berupa harga dan kualitas battubara(nilai kalor,nilai kadar air, kadar abu, kadar sulfur, nilai HGI)
- Data spesifikasi boiler
- Data kapasitas *coal pile* (tempat penampung batubara sebelum diproses)
- Data kebutuhan batubara tahun

Selain itu juga data data hasil wawancara dengan narasumber sebagai data pendukung pengerjaan batubara.

3.2.4. Pembuatan Model dan Solusi

Pada tahap ini akan dilakukan formulasi pada semua batasan dan parameter yang dibutuhkan menjadi model matematis. Tujuan dari tahap ini ialah untuk menentukan variable keputusan, fungsi tujuan, serta batasan pada permasalahan di tugas akhir ini. Untuk model yang akan dibuat ialah model *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan juga model *Goal Programming* (GP). Untuk model AHP digunakan karena pada kasus dilapangan boiler memiliki spesifikasi yang pakem dengan segala macam spesifikasi yang telah diatur oleh perusahaan sehingga dari banyak kriteria dalam spesifikasi tersebut sangat memungkinkan digunakan metode AHP. Output dari model AHP ini ialah *supplier* dengan jumlah 3 *supplier*, dikarenakan aturan yang telah ditentukan oleh perusahaan ialah sebanyak 3 *supplier*. Sedangkan penggunaan dari model GP digunakan untuk menentukan alokasi *supply* batubara pada perusahaan, dimana penggunaan GP ini dilakukan dikarenakan dalam kasus ini memiliki fungsi tujuan yang lebih dari satu dan tidak terpaut pada fungsi tujuan dengan tujuan meminimumkan biaya ,meminimumkan waktu pengiriman , dan memaksimalkan kualitas batubara (Calorivic Value, Ash, Moisture, Sulfur, HGI).

3.2.4.1. Pembuatan Model AHP

Pada tahapan ini akan dilakukan pembuatan model untuk pemilihan *supplier* dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* untuk menentukan 3 *supplier* dengan *ranking* teratas. Dimana pada model AHP ini dalam penentuan bobot kriteria dilakukan dengan cara *expert judgement* dengan 4 *expert* pada departemen engineering, departemen fuel & ash, dan departemen keuangan.

Dekomposisi permasalahan, Kriteria Pemilihan Supplier, dan Pembuatan Hirarki

Dekomposisi permasalahan merupakan penguraian permasalahan, dimana akan dilakukan penentuan tujuan. Tujuan yang ingin dicapai ialah pemilihan *supplier* batubara. Hal tersebut dapat bermanfaat untuk memberikan info yang lebih detail. Dari penguraian masalah tersebut, selanjutnya dilakukan penentuan kriteria pada pemilihan *supplier* dimana penentuan kriteria ini merupakan kriteria kualitas batubara yang dibutuhkan *boiler* dalam mengolah air laut menjadi uap dan untuk selanjutnya dikonversikan menjadi energy listrik dan juga data data mengenai harga beserta waktu pengiriman batubara yang berkaitan dengan tiap *supplier*. Kriteria tersebut antara lain Kualitas dan Harga, Sedangkan Subkriteria nilai kalor, kandungan air, kandungan abu, kandungan sulfur, HGI (Hard Grove Index), , Harga batubara , kapasitas dan waktu pengiriman. Dan setelah melalui dua tahap tersebut dilakukan pembuatan hirarki sesuai dengan tujuan, kriteria, subkriteria dan alternatif yang telah ditentukan sebelumnya dimana alternatif merupakan 12 *supplier* yang mengikuti tender pengadaan batubara pada PT. XYZ, dan pada serangkaian tahap ini ialah merupakan proses evaluasi *supplier* dalam tender.

Perbandingan Berpasangan

Perbandingan berpasangan merupakan tahapan membandingkan yang berguna untuk menentukan prioritas dari kriteria ataupun subkriteria. Perbandingan berpasangan dilakukan antara hirarki level 2 (kriteria) dengan level 3 (sub kriteria). Lalu untuk selanjutnya juga dilakukan perbandingan berpasangan antara keputusan alternatif (*supplier*) dan hirarki level 3 untuk mendapatkan hasil *rating* alternatif yang paling optimal.

Bobot Kriteria

Bobot kriteria dilakukan setelah dilakukannya tahap penentuan prioritas dari hasil perbandingan berpasangan. Dalam penentuan bobot kriteria ini dilakukan wawancara dengan salah satu *expert* pada departemen engineering dari PT. XYZ,

sehingga pembobotan dari masing masing kriteria tersebut bernilai valid. Hasil dari penghitungan pembobotan kriteria ini dapat menghasilkan nilai yang dapat merepresentasikan hasil penentuan keputusan sehingga dapat menghasilkan hasil yang baik. Setelah dilakukan proses penghitungan bobot maka selanjutnya dilakukan penghitungan nilai keseluruhan dari pembobotan kriteria maupun *supplier rating* sehingga dapat dihasilkan berupa urutan *supplier*. Dan selanjutnya dilakukan penentuan keputusan pada pemilihan *supplier* dengan memilih 3 *supplier* dengan nilai tertinggi.

3.2.4.2. Pembuatan Model Goal Programming

Pada tahapan ini akan dilakukan pembuatan model dalam pengalokasian *supply* dari masing masing *supplier* setelah dilakukannya pemilihan *supplier* dengan menggunakan metode *Goal Programming*. Model Goal Programming digunakan dikarenakan kelebihanannya dengan banyak tujuan.

Variabel Keputusan

Variabel keputusan merupakan variable yang menguraikan keputusan keputusan yang akan dibuat. Variabel keputusan pada tugas akhir ini ialah alokasi supply batubara dari tiap *supplier*, dimana *supplier* yang digunakan sejumlah 3 *supplier*.

Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan merupakan tujuan yang akan dicapai pada tugas akhir ini. Dimana fungsi tujuan dari tugas akhir ini antara lain:

- Meminimalkan biaya pengadaan batubara,
- Meminimalkan lama waktu pengiriman,
- Memaksimalkan *Calorific Value*
- Meminimalkan kandunga *Ash*,
- Meminimalkan kandungan *Moisture*,
- Meminimalkan kandungan *Sulfur*
- Meminimalkan HGI

Batasan

Batasan pada tugas akhir ini ialah hanya terbatas pada *supplier* batubara, dengan kriteria berdasarkan kualitas yang telah ditentukan oleh perusahaan. Batasan tersebut antara lain:

- *Budget* perusahaan (dikatakan minimal)
- Kapasitas *Coal Pile*
- Kuantitas yang dibutuhkan pertahun

3.2.5. Validasi Model

Pada tahap ini dilakukan validasi dari model yang telah dibuat, seberapa baik model tersebut dibuat. Uji validasi dilakukan untuk membandingkan hasil pemilihan dan alokasi order *supplier* batubara yang dihasilkan Lingo dibandingkan dengan pemenuhan target dari masing-masing batasan baru. Apabila hasil yang dikeluarkan memenuhi target tersebut maka dapat dikatakan *valid*.

3.2.6. Uji Coba Skenario Alternatif

Tahap ini merupakan tahap uji coba terhadap model yang telah dibuat dan telah tervalidasi dengan skenario alternatif. Tahap ini dilakukan untuk menentukan alternatif dari solusi yang telah dibuat berdasarkan permasalahan yang ada pada tugas akhir.

3.2.7. Analisa Hasil dan Penarikan Kesimpulan

Dari tahap ini akan dilakukan analisa hasil optimasi yang telah dikerjakan, mulai dari proses percobaan hingga hasil akhir. Setelah itu dilakukan penarikan kesimpulan dari pengerjaan tugas akhir ini. Sehingga dari tugas akhir ini dapat dimanfaatkan sebagai saran untuk mengembangkan perusahaan dalam menentukan serta mengalokasikan pemesanan batubara agar lebih baik lagi.

3.2.8. Pembuatan Laporan Tugas Akhir

Tahapan ini merupakan tahapan terakhir dalam pengerjaan tugas akhir. Pembuatan laporan ini dimaksudkan sebagai

bentuk dokumentasi atas pengerjaan dan terlaksananya tugas akhir.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV PERANCANGAN

Pada bagian ini akan dilakukan perancangan pembuatan suatu model dalam pengerjaan tugas akhir ini. Proses proses yang dilakukan pada tahapan ini antara lain mengenai proses persiapan data supplier batubara yang telah mengikuti tender, data kriteria yang digunakan dalam pembobotan, serta formulasi data untuk pengerjaan metode *Goal Programming*.

4.1 Pengumpulan data

Pengumpulan data ini dilakukan dengan cara pengajuan permintaan pada Departemen Engineering PT. XYZ selaku perusahaan pengelola pembangkit listrik tenaga uap (PLTU daerah Jawa-Bali), dimana data data tersebut mengenai spesifikasi yang dibutuhkan boiler serta data data *supplier* yang telah mengajukan pada tender batubara yang telah dibuat oleh perusahaan. Serta data data mengenai kriteria apa saja yang memungkinkan untuk dilakukan proses pembobotan. Data data tersebut dilakukan dengan menggunakan metode wawancara pada Departemen Engineering, dimana Departemen Engineering memiliki andil dalam pengaturan boiler sehingga lebih mengetahui kriteria apa saja yang dibutuhkan oleh boiler untuk menghasilkan energi listrik.

Untuk karakteristik kriteria calon supplier didapatkan dari data data calon *supplier* yang mengikuti tender pengadaan batubara, dimana data data tersebut didapatkan dari Departemen Purchasing. Data karakteristik supplier ini digunakan untuk proses pembobotan dengan hasil akhir berupa *ranking*, dimana dari *ranking* tersebut akan dilakukan pemilihan *supplier*.

Setelah kriteria batubara ditentukan, selanjutnya dibutuhkan pembobotan dari masing masing kriteria. Pembobotan tersebut menggunakan penyebaran kuesioner. Responden yang mengisi kuesioner tersebut antara lain perwakilan dari Departemen

Engineering, Departemen Purchasing, dan Departemen Fuel & Ash. Pemilihan responden dilakukan berdasarkan dengan proses bisnis perusahaan, dimana dalam proses order batubara pihak manajemen dari Departemen Engineering, Purchasing, dan Fuel & Ash harus mengetahui dan dari tiap Departemen memiliki andil. Dimana Departemen Engineering memiliki fokus terhadap penge-set-an *boiler* untuk mengolah batubara, Departemen Purchasing menangani proses transaksi order, dan Departemen Fuel & Ash menangani penerimaan dan pengolahan batubara sebelum diproses pada *boiler*.

4.1.1. Data Kebutuhan Batubara

Data kebutuhan pada stockpile batubara ini meliputi data kebutuhan batubara yang dibutuhkan boiler dalam memproduksi listrik. Dengan kapasitas stockpile sebesar 670000 Ton, perusahaan dapat menampung batubara yang digunakan untuk proses produksi selama 2 bulan Berikut merupakan acuan data kebutuhan batubara pada tahun 2016 untuk 2 unit dengan kapasitas 615 MW pada PT.XYZ.

Tabel 4. 1. Kebutuhan Batubara

No.	Sesi	Bulan	Coal-Stock Pile (Ton)
1	I	Januari	660000
2		Februari	
3	II	Maret	668000
4		April	
5	III	Mei	668000
6		Juni	
7	IV	Juli	668000
8		Agustus	
9	V	September	668000
10		Oktober	
11	VI	Nopember	668000
12		Desember	

Selain itu beberapa kriteria lain yang berpengaruh pada pemilihan *supplier* ialah harga batubara, lama pengiriman, dan kapasitas masing masing *supplier*.

4.1.2. Data Kemampuan Boiler

Setiap Boiler memiliki spesifikasi tertentu yang telah *di-set* oleh *engineer* untuk memproses pembakaran air laut yang telah diproses dengan bantuan batubara sehingga menghasilkan energi listrik. *Pengese*-an tersebut bergantung pada kriteria apa saja yang diperhitungkan dalam memperoleh hasil yang baik. Kriteria kriteria tersebut antara lain ialah *Calorific Value*, kandungan air, kandungan abu, kandungan sulfur, dan tingkat HGI dari batubara itu sendiri. Kriteria kriteria tersebut didapatkan dari wawancara terhadap departemen engineering dan juga dengan departemen purchasing. Berikut merupakan data spesifikasi kebutuhan *boiler* sebagai patokan beberapa kriteria,

Tabel 4. 2. Spesifikasi Boiler

Kualitas	Satuan	Spesifikasi	Batas Penolakan	
Calorific Value (g.a.r)	Kkal/kg	5400	< 4500	> 5600
Moisture (a.r)	%	24.5	< 16	> 35
Ash (a.r)	%	1		> 7
Sulfur (a.r)	%	0.1	> 0.6 (High CV Coal)	
Hardgrove Index (HGI)		48	< 39	> 60

4.1.3. Data Alternatif Supplier Batubara

Alternatif *supplier* batubara didapatkan dari data calon *supplier* yang telah mengikuti tender *supplier* pada PT. XYZ. Data tersebut didapatkan dari proses pengambilan data dengan cara wawancara terhadap departemen Purchasing. Data data tersebut telah memenuhi kebutuhan kriteria boiler, dikarenakan dalam tender telah dijelaskan syarat penerimaan atas kualitas batubara. Dari data *supplier* yang mengajukan tersebut didapatkan 12 *supplier* yang mengikuti tender. Dari kedua belas *supplier* tersebut dilakukan metode AHP.

Data Spesifikasi Batubara

No.	Nama	Calorific Value	Ash	Moisture	Sulfur	HGI	Harga Batubara (USD)/ ton	Waktu pengiriman (hari)	Kapasitas
1	PT. A	5300	1.00%	24.50%	0.10%	47	63	8	10000000
2	PT. B	5000	5.00%	24.50%	0.10%	49	56.12	6	7000000
3	PT. C	4600	7.00%	28%	0.50%	48	51.85	7	9300000
4	PT. D	4500	7.00%	30.00%	0.50%	40	48.52	7	11000000
5	PT.E	5100	1.00%	25.00%	0.82%	46	58.91	5	7200000
6	PT. F	5500	7.00%	24.50%	0.40%	47	64.26	6	10300000
7	PT. G	4500	1.00%	33%	0.10%	48	47.75	7	9000000
8	PT. H	5200	1.00%	24.50%	0.10%	51	59.7	5	6700000
9	PT. I	5300	1.00%	24.50%	0.10%	45	62	6	8000000
10	PT. J	5250	1.00%	24.50%	0.10%	48	62.2	8	7900000
11	PT. K	5100	1.00%	24.50%	0.10%	50	63.43	5	5000000
12	PT. L	5050	1.00%	26.00%	0.10%	49	55.2	6	8000000

Tabel 4. 3. Spesifikasi Alternatif Supplier

4.2 Pra-Proses Data

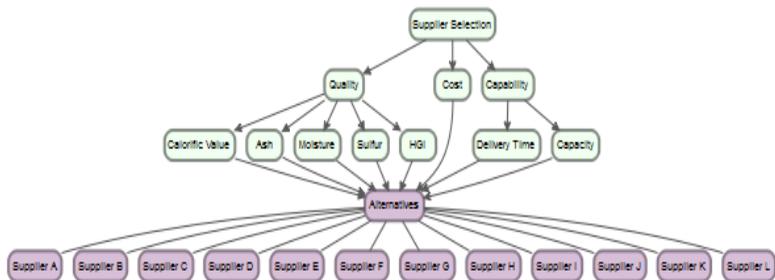
Tahap Pra-Proses Data merupakan proses persiapan data yang nantinya digunakan dalam proses metode AHP.

4.2.1. Data Kuesioner

Untuk mendapatkan bobot pada tiap tiap kriteria yang telah ditentukan. Maka dilakukan penyebaran kuisisioner terhadap 4 orang yang mewakili ketiga departemen yang berhubungan dengan proses pemilihan *supplier*, antara lain Boiler & Ash Expert pada Departemen Engineering, Supervisor pada Departemen Fuel & Ash, dan Supervisor pada Departemen Purchasing. Hal ini dikarenakan dari departemen departemen diatas memeiliki andil dalam pembelian dalam tender *supplier* batubara. Untuk mendapatkan hasil pembobotan yang optimal dari keempat responden tersebut maka dilakukan rata rata dari hasil kuesioner. Lembar kuesioner yang digunakan untuk mendapatkan data mengenai pembobotan kriterria ada pada **Lampiran A**.

4.3 Skema AHP

Berikut ini merupakan Skema AHP pada Tugas Akhir ini



Gambar 4. 1. Skema AHP

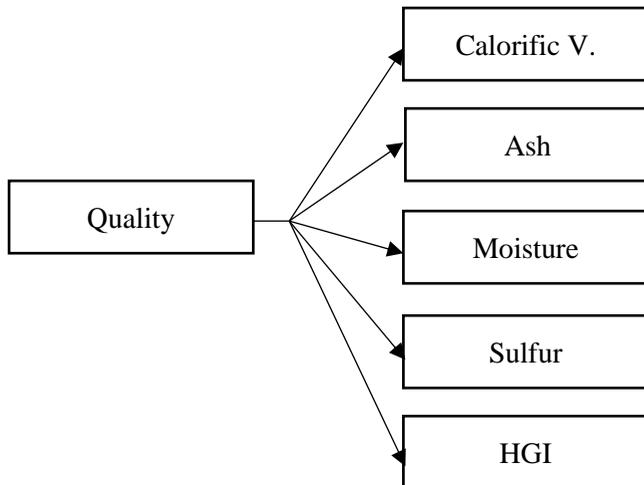
Dari skema tersebut terdapat 4 level penyusun, level 1 merupakan tujuan / goal yang akan dicapai dalam penelitian ini yaitu *Supplier Selection* untuk bahan bakar batubara. Level 2 merupakan kriteria dari tiap supplier maupun batubara yang mempengaruhi pemilihan *supplier* batubara, yang terdiri atas

Quality, *Cost*, dan *Capability*. Untuk level 3 berupa subkriteria dari kriteria kriteria yang berpengaruh atas pemilihan *supplier* yang terdiri atas *Calorific Value*, *Ash*, *Moisture*, *Sulfur*, *HGI*, *Delivery Time*, dan *Capacity*. Level 4 alternatif pilihan antara *supplier* A hingga *supplier* L.

Kriteria pertama, *Quality* (Kualitas), merupakan kriteria utama dalam menentukan *supplier* batubara untuk proses produksi listrik pada PLTU dimana andil dan operasinya dibawah tanggung jawab perusahaan pengelolah, salah satunya yaitu PT. XYZ (*nama disamarkan*). Karena apabila kualitas batubara jelek maka akan berdampak buruk pada performansi *boiler* dalam memproduksi listrik. Kualitas disini merupakan kualitas yang berkaitan dengan spesifikasi batubara. Dari kriteria kualitas ini dibagi menjadi beberapa sub kriteria yang lebih spesifik dalam penilaian kualitas batubara, subkriteria tersebut antara lain (bagan subkriteria ada di halaman selanjutnya):

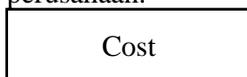
- *Calorific Value* (Nilai Kalor), Nilai kalor merupakan nilai yang dimiliki oleh batubara, dimana nilai kalor sangat berpengaruh terhadap kalor yang dapat dihantarkan oleh batubara yang diproses untuk menghasilkan tenaga listrik. Apabila nilai kalor rendah maka energi panas dari kalor tersebut jelas lebih rendah sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan energi panas yang dibutuhkan oleh *boiler*.
- *Ash* (Abu), kadar abu yang dimiliki oleh batubara menentukan kualitas dari batubara itu sendiri, dikarenakan apabila kandungan abu dari batubara itu tinggi maka tingkat kinerja boiler dalam memproduksi listrik lebih berat dan kurang mampu menghasilkan hasil produksi listrik yang optimal.
- *Moisture* (kandungan air), besarnya kandungan air dapat membuat efisiensi *boiler* menurun, dikarenakan banyak energi yang dipergunakan untuk menaikkan kalor latent-nya untuk melepas air dalam pembakaran.

- *Sulfur* (kandungan belerang), kandungan *sulfur* dalam batubara ini berguna untuk mengetahui tingkat kekorosifan dari peralatan yang digunakan dalam proses pembakaran. Namun lebih baik lagi apabila tingkat sulfurnya kecil.
- *Hardgrove Grindable Index*, merupakan tingkat kekerasan dari batubara. Apabila tingkat kekerasannya sangat tinggi maka kinerja boiler dalam mengolah juga semakin berat.



Gambar 4. 2. Subkriteria dari kualitas

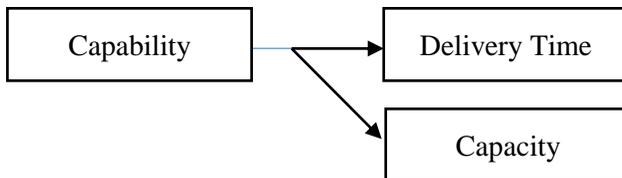
Kriteria kedua, *Cost* (biaya) , biaya merupakan kriteria yang dipertimbangkan dalam penentuan *supplier* pemesanan batubara, hal ini dikarenakan perusahaan yang memiliki batas *budget* yang dikeluarkan untuk memesan batubara, selain itu biaya ini menentukan pula tentang profit yang didapatkan oleh perusahaan.



**Gambar 4. 3.
Kriteria Biaya**

Kriteria ketiga, *Capability* (Kapabilitas), merupakan kriteria untuk menilai perusahaan penyuplai batubara. Kriteria ini merupakan kriteria yang dibutuhkan terkait profil dari tiap perusahaan penyuplai. Kriteria ini memiliki 2 subkriteria antara lain:

- *Delivery Time* (waktu pengiriman), merupakan waktu pengiriman batubara menuju *stockpile* untuk menampung batubara. Waktu pengiriman ini sangat berdampak pada pemilihan *supplier*. Kepastian dari pengiriman ini harus bisa dipertanggungjawabkan, karena keterlambatan pasokan dapat mempengaruhi kondisi *stock* di lapangan dan mengakibatkan penundaan produksi.
- *Capacity* (kapasitas), Kapasitas dimaksudkan kapasitas yang dimiliki perusahaan penyuplai batubara, dimana kapasitas yang mampu dihasilkan dalam penambangan dalam satu tahunnya. Sehingga hal tersebut dapat merepresentasikan besarnya daerah pertambangan batubara yang dimiliki oleh penyuplai. Dan dengan subkriteria kapasitas dapat diketahui potensi *supplier* jangka panjang.



Gambar 4. 4. Subkriteria dari Kapabilitas

4.4 Formulasi Data

Formulasi data merupakan tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan model yang sesuai dengan bentuk model linear programming terlebih dahulu setelah itu dirubah kedalam bentuk model *Goal Programming*.

4.4.1. Formulasi Linier Programing

Berikut ini merupakan tahapan dalam pemodelan linier programming yaitu penentuan variabel keputusan, fungsi tujuan, dan batasan.

A. Variabel Keputusan

Untuk mengerjakan tugas akhir ini tahapan selanjutnya dalam menyelesaikan permasalahan alokasi supply batubara, maka dibutuhkan penentuan variabel keputusan. Dimana variabel keputusan tersebut adalah alokasi *supply* batubara pada tiap *supplier* (X_m).

X_m : jumlah alokasi *supply* batubara

Ketiga variabel keputusan dalam optimasi alokasi *supply* batubara bergantung pada hasil optimasi pemilihan *supplier* dengan menggunakan AHP. Berikut merupakan variabel keputusan dapat di perspektifkan antara lain:

X1 : Alokasi supplier peringkat pertama

X2 : Alokasi supplier peringkat kedua

X3 : Alokasi supplier peringkat ketiga

B. Fungsi Tujuan

Dalam pengerjaan tugas akhir ini juga dibutuhkan fungsi tujuan berupa model matematis dalam bentuk linier terlebih dahulu, untuk selanjutnya akan dibentuk kedalam bentuk goal programming. Dalam tugas akhir ini terdapat enam tujuan (goal) yang akan dicapai, antara lain:

Goal 1 : Meminimalkan Biaya *Order* Batubara

Meminimalkan biaya *order* batubara ini bertujuan untuk mendapatkan model yang paling ekonomis, sehingga dengan spesifikasi 3 terbaik dari hasil AHP, perusahaan dapat meningkatkan *saving cost*. Dalam 1 Tahun perusahaan memiliki alokasi dana sebesar 250,000,000 USD. Sehingga untuk tiap sesi bulan digunakan pembagian secara rata sebanyak 6 sesi. Sehingga tiap sesi bulan dialokasikan dana sebesar 41,666,666.67 USD.

$$\text{Min } Z_1 = \sum_{i=1}^3 M_i X_i \quad (4.1)$$

Dimana,

Z_1 = Total biaya *order* batubara

M_i = Harga tiap ton batubara (USD)

X_i = Alokasi *supply* supplier batubara.

Sehingga fungsi tujuannya untuk tiap sesi menjadi seperti dibawah ini

- Sesi Bulan 1 (Januari – Februari)

$$\text{Min } Z_1 = M_{(1)} \cdot X_{(1)} + M_{(2)} \cdot X_{(2)} + M_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 2 (Maret – April)

$$\text{Min } Z_1 = M_{(1)} \cdot X_{(1)} + M_{(2)} \cdot X_{(2)} + M_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 3 (Mei – Juni)

$$\text{Min } Z_1 = M_{(1)} \cdot X_{(1)} + M_{(2)} \cdot X_{(2)} + M_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 4 (Juli – Agustus)

$$\text{Min } Z_1 = M_{(1)} \cdot X_{(1)} + M_{(2)} \cdot X_{(2)} + M_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 5 (September – Oktober)

$$\text{Min } Z_1 = M_{(1)} \cdot X_{(1)} + M_{(2)} \cdot X_{(2)} + M_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 6 (Nopember – Desember)

$$\text{Min } Z_1 = M_{(1)} \cdot X_{(1)} + M_{(2)} \cdot X_{(2)} + M_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

Goal 2 : Meminimumkan waktu pengiriman

Meminimumkan waktu kedatangan pasokan batubara yang didapatkan dari *supplier*, berdasarkan waktu pengiriman yang dimiliki perusahaan. Untuk kebutuhan batubara, perusahaan membutuhkan batubara sebanyak 4,000,000 Ton selama setahun. Dan pada tiap sesinya memiliki kebutuhan yang telah

ditentukan. Data kebutuhan tiap sesi dapat dilihat pada halaman sebelumnya.

$$\text{Min } Z_2 = \sum_{i=1}^3 T_i X_i \quad (4.2)$$

Z_2 = Total kebutuhan batubara terhadap waktu pengiriman selama satu sesi bulan

T_i = waktu pengiriman batubara *supplier*

Sehingga fungsi tujuannya menjadi seperti dibawah ini

- Sesi Bulan 1 (Januari - Februari)

$$\text{Min } Z_2 = T_{(1)} \cdot X_{(1)} + T_{(2)} \cdot X_{(2)} + T_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 2 (Maret - April)

$$\text{Min } Z_2 = T_{(1)} \cdot X_{(1)} + T_{(2)} \cdot X_{(2)} + T_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 3 (Mei – Juni)

$$\text{Min } Z_2 = T_{(1)} \cdot X_{(1)} + T_{(2)} \cdot X_{(2)} + T_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 4 (Juli - Agustus)

$$\text{Min } Z_2 = T_{(1)} \cdot X_{(1)} + T_{(2)} \cdot X_{(2)} + T_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 5 (September - Oktober)

$$\text{Min } Z_2 = T_{(1)} \cdot X_{(1)} + T_{(2)} \cdot X_{(2)} + T_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 6 (Nopember - Desember)

$$\text{Min } Z_2 = T_{(1)} \cdot X_{(1)} + T_{(2)} \cdot X_{(2)} + T_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

Goal 3 : Memaksimumkan nilai kalor (Calorific Value) pada batubara.

Memaksimumkan nilai kalor berdasarkan nilai kalor batas bawah yang telah ditentukan oleh perusahaan dengan dikalikan banyaknya batubara yang dibutuhkan untuk tiap sesi bulannya.

Untuk batas bawah yang telah ditentukan oleh perusahaan yaitu sebesar 4500Kkal/kg. Untuk kebutuhan batubara, perusahaan membutuhkan batubara sebanyak 4,000,000 Ton selama setahun. Dan pada tiap sesinya memiliki kebutuhan yang telah ditentukan. Data kebutuhan tiap sesi dapat dilihat pada halaman sebelumnya.

$$\text{Max } Z_3 = \sum_{i=1}^3 C_i X_i \quad (4.3)$$

Z_3 = Total kebutuhan batubara terhadap nilai kalor selama satu sesi bulan

C_i = Nilai kalor batubara tiap supplier

Sehingga fungsi tujuannya untuk tiap sesi menjadi seperti dibawah ini

- Sesi Bulan 1 (Januari - Februari)

$$\text{Max } Z_3 = C_{(1)} \cdot X_{(1)} + C_{(2)} \cdot X_{(2)} + C_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 2 (Maret - April)

$$\text{Max } Z_3 = C_{(1)} \cdot X_{(1)} + C_{(2)} \cdot X_{(2)} + C_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 3 (Mei – Juni)

$$\text{Max } Z_3 = C_{(1)} \cdot X_{(1)} + C_{(2)} \cdot X_{(2)} + C_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 4 (Juli - Agustus)

$$\text{Max } Z_3 = C_{(1)} \cdot X_{(1)} + C_{(2)} \cdot X_{(2)} + C_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 5 (September - Oktober)

$$\text{Max } Z_3 = C_{(1)} \cdot X_{(1)} + C_{(2)} \cdot X_{(2)} + C_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 6 (Nopember - Desember)

$$\text{Max } Z_3 = C_{(1)} \cdot X_{(1)} + C_{(2)} \cdot X_{(2)} + C_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

Goal 4 : Meminimumkan kandungan abu (ash) pada batubara.

Meminimumkan kandungan abu berdasarkan dengan kandungan abu pada batubara dari tiap supplier. Untuk batas atas dari kandungan batubara tertera pada data kemampuan boiler, yaitu sebesar 7%. Untuk kebutuhan batubara, perusahaan membutuhkan batubara sebanyak 4,000,000 Ton selama setahun. Dan pada tiap sesinya memiliki kebutuhan yang telah ditentukan. Data kebutuhan tiap sesi dapat dilihat pada halaman sebelumnya.

$$\text{Min } Z_4 = \sum_{i=1}^3 A_i X_i \quad (4.4)$$

Z_4 = Total kebutuhan batubara terhadap persentase kandungan abu pada batubara selama satu sesi bulan
 A_i = Nilai kandungan abu batubara tiap supplier

Sehingga fungsi tujuannya untuk tiap sesi menjadi seperti dibawah ini

- Sesi Bulan 1 (Januari - Februari)

$$\text{Min } Z_4 = A_{(1)} \cdot X_{(1)} + A_{(2)} \cdot X_{(2)} + A_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 2 (Maret - April)

$$\text{Min } Z_4 = A_{(1)} \cdot X_{(1)} + A_{(2)} \cdot X_{(2)} + A_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 3 (Mei – Juni)

$$\text{Min } Z_4 = A_{(1)} \cdot X_{(1)} + A_{(2)} \cdot X_{(2)} + A_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 4 (Juli - Agustus)

$$\text{Min } Z_4 = A_{(1)} \cdot X_{(1)} + A_{(2)} \cdot X_{(2)} + A_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 5 (September - Oktober)

$$\text{Min } Z_4 = A_{(1)} \cdot X_{(1)} + A_{(2)} \cdot X_{(2)} + A_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 6 (Nopember - Desember)

$$\text{Min } Z_4 = A_{(1)} \cdot X_{(1)} + A_{(2)} \cdot X_{(2)} + A_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

Goal 5 : Meminimumkan kandungan sulfur pada batubara. Meminimumkan kandungan sulfur pada batubara berdasarkan pada data kandungan sulfur pada batubara yang dimiliki tiap supplier. Dimana perusahaan memiliki batas atas sebesar 0.6%. Untuk kebutuhan batubara, perusahaan membutuhkan batubara sebanyak 4,000,000 Ton selama setahun. Dan pada tiap sesinya memiliki kebutuhan yang telah ditentukan. Data kebutuhan tiap sesi dapat dilihat pada halaman sebelumnya.

$$\text{Min } Z_5 = \sum_{i=1}^3 S_i X_i \quad (4.5)$$

Z_5 = Total kebutuhan batubara terhadap persentase kandungan sulfur pada batubara selama satu sesi bulan

S_i = Persentase kandungan sulfur pada batubara tiap supplier

Sehingga fungsi tujuannya untuk tiap sesi menjadi seperti dibawah ini

- Sesi Bulan 1 (Januari - Februari)

$$\text{Min } Z_5 = S_{(1)} \cdot X_{(1)} + S_{(2)} \cdot X_{(2)} + S_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 2 (Maret - April)

$$\text{Min } Z_5 = S_{(1)} \cdot X_{(1)} + S_{(2)} \cdot X_{(2)} + S_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 3 (Mei – Juni)

$$\text{Min } Z_5 = S_{(1)} \cdot X_{(1)} + S_{(2)} \cdot X_{(2)} + S_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 4 (Juli - Agustus)

$$\text{Min } Z_5 = S_{(1)} \cdot X_{(1)} + S_{(2)} \cdot X_{(2)} + S_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 5 (September - Oktober)

$$\text{Min } Z_5 = S_{(1)} \cdot X_{(1)} + S_{(2)} \cdot X_{(2)} + S_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 6 (Nopember - Desember)

$$\text{Min } Z_5 = S_{(1)} \cdot X_{(1)} + S_{(2)} \cdot X_{(2)} + S_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

Goal 6 : Meminimumkan nilai *Hardgrove Grindable Index* (HGI) pada batubara.

Meminimumkan nilai HGI pada batubara berdasarkan nilai yang dimiliki pada masing-masing batubara yang di-supply oleh *supplier*. Perusahaan memiliki batas atas penerimaan HGI yang dapat diproses oleh boiler yaitu sebesar 60. Untuk kebutuhan batubara, perusahaan membutuhkan batubara sebanyak 4,000,000 Ton selama setahun. Dan pada tiap sesinya memiliki kebutuhan yang telah ditentukan. Data kebutuhan tiap sesi dapat dilihat pada halaman sebelumnya.

$$\text{Min } Z_6 = \sum_{i=1}^3 H_i X_i \quad (4.5)$$

Z_6 = Total kebutuhan batubara terhadap nilai HGI pada batubara selama satu sesi bulan

H_i = Nilai HGI pada batubara tiap supplier

Sehingga fungsi tujuannya untuk tiap sesi menjadi seperti dibawah ini

- Sesi Bulan 1 (Januari - Februari)

$$\text{Min } Z_6 = H_{(1)} \cdot X_{(1)} + H_{(2)} \cdot X_{(2)} + H_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 2 (Maret - April)

$$\text{Min } Z_6 = H_{(1)} \cdot X_{(1)} + H_{(2)} \cdot X_{(2)} + H_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 3 (Mei – Juni)

$$\text{Min } Z_6 = H_{(1)} \cdot X_{(1)} + H_{(2)} \cdot X_{(2)} + H_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 4 (Juli - Agustus)

$$\text{Min } Z_6 = H_{(1)} \cdot X_{(1)} + H_{(2)} \cdot X_{(2)} + H_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 5 (September - Oktober)

$$\text{Min } Z_6 = H_{(1)} \cdot X_{(1)} + H_{(2)} \cdot X_{(2)} + H_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

- Sesi Bulan 6 (Nopember - Desember)

$$\text{Min } Z_6 = H_{(1)} \cdot X_{(1)} + H_{(2)} \cdot X_{(2)} + H_{(3)} \cdot X_{(3)}$$

C. Perumusan Batasan

Berikut ini merupakan batasan yang ada dalam model, antara lain.

Batasan 1. Kebutuhan batubara perusahaan dalam produksi listrik ini dibagi dalam 6 sesi bulan selama 1 tahun untuk pengisian *stockpile* dan untuk selanjutnya dilakukan proses produksi. Dalam 1 sesi bulan terdiri atas 2 bulan. Berikut merupakan batas bawah kebutuhan batubara untuk tiap sesi bulannya

- Sesi Bulan 1 (Januari – Februari)

$$\sum_{i=1}^3 X_i \geq 660000 \quad (4.7)$$

- Sesi Bulan 2 (Maret – April)

$$\sum_{i=1}^3 X_i \geq 668000 \quad (4.8)$$

- Sesi Bulan 3 (Mei – Juni)

$$\sum_{i=1}^3 X_i \geq 668000 \quad (4.9)$$

- Sesi Bulan 4 (Juli – Agustus)

$$\sum_{i=1}^3 X_i \geq 668000 \quad (4.10)$$

- Sesi Bulan 5 (September – Oktober)

$$\sum_{i=1}^3 X_i \geq 668000 \quad (4.11)$$

- Sesi Bulan 6 (Nopember – Desember)

$$\sum_{i=1}^3 X_i \geq 668000 \quad (4.12)$$

Batasan 2. Batas atas kapasitas stockpile

$$\sum_{i=1}^3 X_i \leq 670000 \quad (4.13)$$

Batasan 3. Batas bawah alokasi tiap supplier pada tiap sesi bulan. Untuk 1 tahun perusahaan menetapkan tiap supplier minimum men-*supply* sebesar 5000000 ton

- Sesi Bulan 1 (Januari – Februari)

- Supplier pertama

$$X_{(1)} \geq 83333.33 \quad (4.15)$$

- Supplier kedua

$$X_{(2)} \geq 83333.33 \quad (4.16)$$

- Supplier ketiga

$$X_{(3)} \geq 83333.33 \quad (4.17)$$

- Sesi Bulan 2 (Maret – April)

- Supplier pertama

$$X_{(1)} \geq 83333.33 \quad (4.18)$$

- Supplier kedua

$$X_{(2)} \geq 83333.33 \quad (4.19)$$

○Supplier ketiga

$$X_{(3)} \geq 83333.33 \quad (4.20)$$

- Sesi Bulan 3 (Mei – Juni)

- Supplier pertama

$$X_{(1)} \geq 83333.33 \quad (4.21)$$

- Supplier kedua

$$X_{(2)} \geq 83333.33 \quad (4.22)$$

- Supplier ketiga

$$X_{(3)} \geq 83333.33 \quad (4.23)$$

- Sesi Bulan 4 (Juli – Agustus)

- Supplier pertama

$$X_{(1)} \geq 83333.33 \quad (4.24)$$

- Supplier kedua

$$X_{(2)} \geq 83333.33 \quad (4.25)$$

- Supplier ketiga

$$X_{(3)} \geq 83333.33 \quad (4.26)$$

- Sesi Bulan 5 (September – Oktober)

- Supplier pertama

$$X_{(1)} \geq 83333.33 \quad (4.27)$$

- Supplier kedua

$$X_{(2)} \geq 83333.33 \quad (4.28)$$

- Supplier ketiga

$$X_{(3)} \geq 83333.33 \quad (4.29)$$

- Sesi Bulan 6 (Nopember – Desember)

- Supplier pertama

$$X_{(1)} \geq 83333.33 \quad (4.30)$$

- Supplier kedua

$$X_{(2)} \geq 83333.33 \quad (4.31)$$

o Supplier ketiga

$$X_{(3)} \geq 83333.33 \quad (4.32)$$

4.4.2. Formulasi Goal Programming

Setelah dibentuk model *Linear Programming* diatas, langkah berikutnya ialah mengubah model tersebut menjadi model *Goal Programming*. Dimana fungsi tujuan pada model *Linear Programming* menjadi batasan dengan adanya target. Berikut ini merupakan tambahan batasan pengalokasian *supply* batubara.

- Target total biaya *order* batubara
 - Sesi 1 (Bulan Januari – February)

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 \leq 41666666.7$$
 - Sesi 2 (Bulan Maret – April)

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 \leq 41666666.7$$
 - Sesi 3 (Bulan Mei – Juni)

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 \leq 41666666.7$$
 - Sesi 4 (Bulan July – Agustus)

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 \leq 41666666.7$$
 - Sesi 5 (Bulan September – Oktober)

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 \leq 41666666.7$$
 - Sesi 6 (Bulan Nopember – Desember)

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 \leq 41666666.7$$

- Target total waktu pengiriman
 - Sesi 1 (Bulan Januari – February)

$$T1X1 + T2X2 + T3X3 \leq 4620000$$
 - Sesi 2 (Bulan Maret – April)

$$T1X1 + T2X2 + T3X3 \leq 4676000$$
 - Sesi 3 (Bulan Mei – Juni)

$$T1X1 + T2X2 + T3X3 \leq 4676000$$
 - Sesi 4 (Bulan July – Agustus)

$$T1X1 + T2X2 + T3X3 \leq 4676000$$
 - Sesi 5 (Bulan September – Oktober)

$$T1X1 + T2X2 + T3X3 \leq 4676000$$

- Sesi 6 (Bulan Nopember – Desember)

$$T1X1 + T2X2 + T3X3 \leq 4676000$$

- Target total nilai kalor pada batubara
 - Sesi 1 (Bulan Januari – February)

$$C1X1 + C2X2 + C3X3 \geq 2970660000$$
 - Sesi 2 (Bulan Maret – April)

$$C1X1 + C2X2 + C3X3 \geq 3006668000$$
 - Sesi 3 (Bulan Mei – Juni)

$$C1X1 + C2X2 + C3X3 \geq 3006668000$$
 - Sesi 4 (Bulan July – Agustus)

$$C1X1 + C2X2 + C3X3 \geq 3006668000$$
 - Sesi 5 (Bulan September – Oktober)

$$C1X1 + C2X2 + C3X3 \geq 3006668000$$
 - Sesi 6 (Bulan Nopember – Desember)

$$C1X1 + C2X2 + C3X3 \geq 3006668000$$

- Target total kandungan abu pada batubara
 - Sesi 1 (Bulan Januari – February)

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 \leq 46200$$
 - Sesi 2 (Bulan Maret – April)

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 \leq 46760$$
 - Sesi 3 (Bulan Mei – Juni)

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 \leq 46760$$
 - Sesi 4 (Bulan July – Agustus)

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 \leq 46760$$
 - Sesi 5 (Bulan September – Oktober)

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 \leq 46760$$
 - Sesi 6 (Bulan Nopember – Desember)

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 \leq 46760$$

- Target total kandungan sulfur pada batubara
 - Sesi 1 (Bulan Januari – February)

$$S1X1 + S2X2 + S3X3 \leq 3960$$
 - Sesi 2 (Bulan Maret – April)

$$S1X1 + S2X2 + S3X3 \leq 4008$$

- Sesi 3 (Bulan Mei – Juni)
 $S1X1 + S2X2 + S3X3 \leq 4008$
 - Sesi 4 (Bulan July – Agustus)
 $S1X1 + S2X2 + S3X3 \leq 4008$
 - Sesi 5 (Bulan September – Oktober)
 $S1X1 + S2X2 + S3X3 \leq 4008$
 - Sesi 6 (Bulan Nopember – Desember)
 $S1X1 + S2X2 + S3X3 \leq 4008$
- Target total nilai hardgrove grindable index pada batubara
 - Sesi 1 (Bulan Januari – February)
 $H1X1 + H2X2 + H3X3 \leq 39600000$
 - Sesi 2 (Bulan Maret – April)
 $H1X1 + H2X2 + H3X3 \leq 40080000$
 - Sesi 3 (Bulan Mei – Juni)
 $H1X1 + H2X2 + H3X3 \leq 40080000$
 - Sesi 4 (Bulan July – Agustus)
 $H1X1 + H2X2 + H3X3 \leq 40080000$
 - Sesi 5 (Bulan September – Oktober)
 $H1X1 + H2X2 + H3X3 \leq 40080000$
 - Sesi 6 (Bulan Nopember – Desember)
 $H1X1 + H2X2 + H3X3 \leq 40080000$

Kemudian terdapat ketentuan dalam melakukan metode *goal programming* yaitu dengan menambahkan nilai nilai berikut ini:

d_j^- = nilai penyimpangan dibawah

d_j^+ = nilai penyimpangan diatas

Dengan menggunakan tambahan berupa variabel deviasi, maka batasan tambahan yang berasal dari fungsi tujuan *Linear Programming* berubah menjadi antara lain:

- Target total biaya order batubara
 - Sesi 1 (Bulan Januari – February)
 $M1X1 + M2X2 + M3X3 + d_1^- - d_1^+ = 41666666.7$
 - Sesi 2 (Bulan Maret – April)

$$C1X1 + C2X2 + C3X3 + d_3^- - d_3^+ = 3006668000$$

- Target total kandungan abu pada batubara
 - Sesi 1 (Bulan Januari – February)

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 + d_4^- - d_4^+ = 46200$$
 - Sesi 2 (Bulan Maret – April)

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 + d_4^- - d_4^+ = 46760$$
 - Sesi 3 (Bulan Mei – Juni)

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 + d_4^- - d_4^+ = 46760$$
 - Sesi 4 (Bulan July – Agustus)

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 + d_4^- - d_4^+ = 46760$$
 - Sesi 5 (Bulan September – Oktober)

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 + d_4^- - d_4^+ = 46760$$
 - Sesi 6 (Bulan Nopember – Desember)

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 + d_4^- - d_4^+ = 46760$$

- Target total kandungan sulfur pada batubara
 - Sesi 1 (Bulan Januari – February)

$$S1X1 + S2X2 + S3X3 + d_5^- - d_5^+ = 3960$$
 - Sesi 2 (Bulan Maret – April)

$$S1X1 + S2X2 + S3X3 + d_5^- - d_5^+ = 4008$$
 - Sesi 3 (Bulan Mei – Juni)

$$S1X1 + S2X2 + S3X3 + d_5^- - d_5^+ = 4008$$
 - Sesi 4 (Bulan July – Agustus)

$$S1X1 + S2X2 + S3X3 + d_5^- - d_5^+ = 4008$$
 - Sesi 5 (Bulan September – Oktober)

$$S1X1 + S2X2 + S3X3 + d_5^- - d_5^+ = 4008$$
 - Sesi 6 (Bulan Nopember – Desember)

$$S1X1 + S2X2 + S3X3 + d_5^- - d_5^+ = 4008$$

- Target total nilai hardgrove grindable index pada batubara
 - Sesi 1 (Bulan Januari – February)

$$H1X1 + H2X2 + H3X3 + d_6^- - d_6^+ = 39600000$$
 - Sesi 2 (Bulan Maret – April)

$$H1X1 + H2X2 + H3X3 + d_6^- - d_6^+ = 40080000$$
 - Sesi 3 (Bulan Mei – Juni)

- $$H1X1 + H2X2 + H3X3 + d_6^- - d_6^+ = 40080000$$
- Sesi 4 (Bulan July – Agustus)

$$H1X1 + H2X2 + H3X3 + d_6^- - d_6^+ = 40080000$$
 - Sesi 5 (Bulan September – Oktober)

$$H1X1 + H2X2 + H3X3 + d_6^- - d_6^+ = 40080000$$
 - Sesi 6 (Bulan Nopember – Desember)

$$H1X1 + H2X2 + H3X3 + d_6^- - d_6^+ = 40080000$$

Fungsi tujuan baru pada *Goal Programming* terdiri dari variabel deviasi. Dimana terdapat ketentuan pada *Goal Programming* dalam menentukan sebuah fungsi tujuan yang baru, ketentuan tersebut antara lain:

1. Apabila Formula awal yang ditambahkan variabel deviasi adalah $y_i \geq 0$, maka fungsi tujuan yang baru ialah meminimalkan d_j^- .
2. Sebaliknya, apabila formula awal yang ditambahkan variabel deviasi adalah $y_i \leq 0$, maka fungsi tujuan yang baru ialah meminimalkan d_j^+ .
3. Dan jika formula awal yang ditambahkan variabel deviasinya $y_i = 0$, maka fungsi tujuan yang baru ialah meminimalkan d_j^- dan d_j^+

Berdasarkan ketentuan tersebut maka tujuan metode *Goal Programming* menjadi:

Goal 1 :

$$\text{Min } Z = \Sigma d_1^+$$

Goal 2 :

$$\text{Min } Z = \Sigma d_2^+$$

Goal 3 :

$$\text{Min } Z = \Sigma d_3^-$$

Goal 4 :

$$\text{Min } Z = \Sigma d_4^+$$

Goal 5 :

$$\text{Min } Z = \Sigma d_5^+$$

Goal 6 :

$$\text{Min } Z = \Sigma d_6^+$$

Maka fungsi tujuan yang baru menjadi sebagai berikut:

$$\text{Min } Z \text{ deviasi} = d_1^+ + d_2^+ + d_3^- + d_4^+ + d_5^+ + d_6^+$$

4.4.3. Perumusan Batasan Goal Programming

Setelah proses perubahan model dari *Linear Programming* menjadi *Goal Programming* maka ada beberapa tambahan batasan yang menjadi perhitungan dalam *Goal Programming*. Berikut ini merupakan batasan batasannya:

Batasan 1. Biaya *order* batubara untuk tiap sesi

Pada tiap sesi dialokasikan biaya untuk *order* batubara, dimana alokasi dana tersebut berasal dari data *budget* dalam satu tahun lalu dibagi sebanyak 6 sesi supply.

Biaya *order* batubara Sesi 1 (Januari – Februari) :

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 \leq 41666666.7$$

Biaya *order* batubara Sesi 2 (Maret – April) :

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 \leq 41666666.7$$

Biaya *order* batubara Sesi 3 (Mei – Juni) :

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 \leq 41666666.7$$

Biaya *order* batubara Sesi 4 (Juli – Agustus) :

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 \leq 41666666.7$$

Biaya *order* batubara Sesi 5 (September – Oktober) :

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 \leq 41666666.7$$

Biaya *order* batubara Sesi 6 (Nopember – Desember) :

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 \leq 41666666.7$$

Batasan 2. Waktu pengiriman batubara dari *supplier* menuju stockpile pada tiap sesi.

Alokasi *supply* batubara dihitung dengan lama pengiriman batubara.

Nilai waktu pengiriman pada sesi 1 (Januari – Februari) :

$$T1X1 + T2X2 + T3X3 \leq 4620000$$

Nilai waktu pengiriman pada sesi 2 (Februari - Maret) :

$$T1X1 + T2X2 + T3X3 \leq 4676000$$

Nilai waktu pengiriman pada sesi 3 (April - Mei) :

$$T1X1 + T2X2 + T3X3 \leq 4676000$$

Nilai waktu pengiriman pada sesi 4 (Juni - Juli) :

$$T1X1 + T2X2 + T3X3 \leq 4676000$$

Nilai waktu pengiriman pada sesi 5 (Agustus - Oktober) :

$$T1X1 + T2X2 + T3X3 \leq 4676000$$

Nilai waktu pengiriman pada sesi 6 (Nopember - Desember) :

$$T1X1 + T2X2 + T3X3 \leq 4676000$$

Batasan 3. Nilai kalor (CV) pada batubara dari *supplier* pada tiap sesi.

Alokasi *supply* batubara dihitung dengan nilai kalor dari tiap batubara yang ditawarkan oleh *supplier*.

Nilai kalor pada sesi 1 (Januari – Februari) :

$$C1X1 + C2X2 + C3X3 \geq 2970660000$$

Nilai kalor pada sesi 2 (Maret – April) :

$$C1X1 + C2X2 + C3X3 \geq 3006668000$$

Nilai kalor pada sesi 3 (Mei – Juni) :

$$C1X1 + C2X2 + C3X3 \geq 3006668000$$

Nilai kalor pada sesi 4 (Bulan Juli – Agustus) :

$$C1X1 + C2X2 + C3X3 \geq 3006668000$$

Nilai kalor pada sesi 5 (Bulan September – Oktober) :

$$C1X1 + C2X2 + C3X3 \geq 3006668000$$

Nilai kalor pada sesi 6 (Bulan Nopember – Desember) :

$$C1X1 + C2X2 + C3X3 \geq 3006668000$$

Batasan 4. Kandungan abu pada batubara dari tiap *supplier* pada tiap sesi.

Alokasi *supply* batubara dihitung dengan persentase abu dari tiap batubara yang ditawarkan oleh *supplier*.

Kandungan abu batubara pada sesi 1 (Bulan Januari – Februari)
:

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 \leq 46200$$

Kandungan abu batubara pada sesi 2 (Bulan Maret – April) :

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 \leq 46760$$

Kandungan abu batubara pada sesi 3 (Bulan Mei – Juni) :

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 \leq 46760$$

Kandungan abu batubara pada sesi 4 (Bulan Juli – Agustus) :

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 \leq 46760$$

Kandungan abu batubara pada sesi 5 (Bulan September – Oktober) :

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 \leq 46760$$

Kandungan abu pada sesi 6 (Bulan Nopember – Desember) :

$$A1X1 + A2X2 + A3X3 \leq 46760$$

Batasan 5. Kandungan sulfur pada batubara dari tiap *supplier* pada tiap sesi.

Alokasi *supply* batubara dihitung dengan persentase Sulfur dari tiap batubara yang ditawarkan oleh *supplier*.

Kandungan sulfur batubara pada sesi 1 (Bulan Januari – Februari) :

$$S1X1 + S2X2 + S3X3 \leq 3960$$

Kandungan sulfur batubara pada sesi 2 (Bulan Maret – April) :

$$S1X1 + S2X2 + S3X3 \leq 4008$$

Kandungan sulfur batubara pada sesi 3 (Bulan Mei – Juni) :

$$S1X1 + S2X2 + S3X3 \leq 4008$$

Kandungan sulfur batubara pada sesi 4 (Bulan Juli – Agustus) :

$$S1X1 + S2X2 + S3X3 \leq 4008$$

Kandungan sulfur batubara pada sesi 5 (Bulan September – Oktober) :

$$S1X1 + S2X2 + S3X3 \leq 4008$$

Kandungan sulfur pada sesi 6 (Bulan Nopember – Desember) :

$$S1X1 + S2X2 + S3X3 \leq 4008$$

Batasan 6. Nilai HGI pada batubara dari tiap *supplier* pada tiap sesi.

Alokasi *supply* batubara dihitung dengan nilai HGI dari tiap batubara yang ditawarkan oleh *supplier*.

Nilai HGI batubara pada sesi 1 (Bulan Januari – Februari) :

$$H1X1 + H2X2 + H3X3 \leq 39600000$$

Nilai HGI batubara pada sesi 2 (Bulan Maret – April) :

$$H1X1 + H2X2 + H3X3 \leq 40080000$$

Nilai HGI batubara pada sesi 3 (Bulan Mei – Juni) :

$$H1X1 + H2X2 + H3X3 \leq 40080000$$

Nilai HGI batubara pada sesi 4 (Bulan Juli – Agustus) :

$$H1X1 + H2X2 + H3X3 \leq 40080000$$

Nilai HGI batubara pada sesi 5 (Bulan September – Oktober) :

$$H1X1 + H2X2 + H3X3 \leq 40080000$$

Nilai HGI pada sesi 6 (Bulan Nopember – Desember) :

$$H1X1 + H2X2 + H3X3 \leq 40080000$$

Batasan 7. Kebutuhan batubara perusahaan dalam produksi listrik.

Sesi 1 (Bulan Januari – Februari) :

$$X1 + X2 + X3 \geq 660000$$

Sesi 2 (Bulan Maret – April) :

$$X1 + X2 + X3 \geq 668000$$

Sesi 3 (Bulan Mei – Juni) :

$$X1 + X2 + X3 \geq 668000$$

Sesi 4 (Bulan Juli – Agustus) :

$$X1 + X2 + X3 \geq 668000$$

Sesi 5 (Bulan Oktober – September) :

$$X1 + X2 + X3 \geq 668000$$

Sesi 6 (Bulan Nopember – Desember) :

$$X1 + X2 + X3 \geq 668000$$

Batasan 8. Kapasitas stockpile (penampung batubara).

Sesi 1 (Bulan Januari – Februari) :

$$X1 + X2 + X3 \leq 670000$$

Sesi 2 (Bulan Maret – April) :

$$X1 + X2 + X3 \leq 670000$$

Sesi 3 (Bulan Mei – Juni) :

$$X1 + X2 + X3 \leq 670000$$

Sesi 4 (Bulan Juli – Agustus) :

$$X1 + X2 + X3 \leq 670000$$

Sesi 5 (Bulan Oktober – September) :

$$X1 + X2 + X3 \leq 670000$$

Sesi 6 (Bulan Nopember – Desember) :

$$X1 + X2 + X3 \leq 670000$$

Batasan 9. Alokasi masing masing *supplier* diambil dari alokasi minimal 1 tahun sebanyak 500000 ton dibagi menjadi 6 sesi

Sesi Bulan 1 (Januari – Februari)

Supplier pertama

$$X1 \geq 83333.33$$

Supplier kedua

$$X2 \geq 83333.33$$

Supplier ketiga

$$X3 \geq 83333.33$$

Sesi Bulan 2 (Maret – April)

Supplier pertama

$$X1 \geq 83333.33$$

Supplier kedua

$$X2 \geq 83333.33$$

Supplier ketiga

$$X3 \geq 83333.33$$

Sesi Bulan 3 (Mei – Juni)

Supplier pertama

$$X1 \geq 83333.33$$

Supplier kedua

$$X2 \geq 83333.33$$

Supplier ketiga

$$X3 \geq 83333.33$$

Sesi Bulan 4 (Juli – Agustus)

Supplier pertama

$$X1 \geq 83333.33$$

Supplier kedua

$$X2 \geq 83333.33$$

Supplier ketiga

$$X3 \geq 83333.33$$

Sesi Bulan 5 (September – Oktober)

Supplier pertama

$$X1 \geq 83333.33$$

Supplier kedua

$$X2 \geq 83333.33$$

Supplier ketiga

$$X3 \geq 83333.33$$

Sesi Bulan 6 (Nopember – Desember)

Supplier pertama

$$X1 \geq 83333.33$$

Supplier kedua

$$X2 \geq 83333.33$$

Supplier ketiga

$$X3 \geq 83333.33$$

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan dijelaskan proses pelaksanaan penelitian dan implementasi rancangan yang telah dibuat. Pada bab ini pula akan dikerjakan sesuai dengan rancangan yang ada pada bab sebelumnya.

5.1 Lingkungan Uji Coba

Lingkungan uji coba merupakan kriteria perangkat pengujian yang digunakan dalam menguji model yang telah dibuat pada tugas akhir ini. Lingkungan uji coba ini meliputi perangkat keras dan lunak yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan. Berikut ini merupakan spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk pembuatan model.

Tabel 5. 1. Spesifikasi Perangkat Keras yang Digunakan

Perangkat Keras	Spesifikasi
Jenis	Notebook
Processor	Core i7
RAM	8GB
Hard Disk Drive	1.0TB

Kemudian terdapat pula beberapa perangkat lunak yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Pada Tabel dibawah ini merupakan daftar perangkat lunak yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Tabel 5. 2. Daftar Perangkat Lunak yang Digunakan

Perangkat Lunak	Spesifikasi
Windows 8.1	Sistem Operasi
Microsoft Excel 2013	Mengolah Model
Lingo 11	Mengolah Model
POM-QM for Windows 4	Validasi Model

5.2 Data Kriteria

Berikut ini merupakan data kriteria yang didapatkan melalui hasil wawancara. Kriteria kriteria inilah yang digunakan pada pemilihan *supplier* batubara pada PLTU. Dimana dalam pemilihan *supplier* dibutuhkan kriteria yang terdiri atas 3 kriteria dan 7 sub kriteria.

Tabel 5. 3. Kriteria

Kriteria	Subkriteria
Kualitas (Quality)	Calorific Value (CV)
	Moisture (Moist)
	Ash
	Sulfur
	Hardgrove Grindable Index (HGI)
Biaya (Cost)	-
Kapabilitas (Capability)	Deliv Time
	Capacity (Kapasitas Produksi Batubara Supplier)

5.3 Perhitungan Metode AHP

Pada tahap ini merupakan tahap perhitungan model AHP yang telah dibentuk struktur AHP-nya pada bab sebelumnya. Tahap perhitungan ini menghitung pembobotan pada tiap kriteria dan subkriterianya dengan metode AHP

5.3.1. Data Kuesioner Pembobotan Kriteria Tiap Departemen

Pada tahapan ini merupakan tahap penilaian dari tiap tiap kriteria yang telah disebarkan pada 3 departemen, yaitu Departemen Engineering, Departemen Fuel & Ash, dan Departemen Purchasing. Penyebaran kuesioner ini ditujukan pada departemen departemen yang disebutkan tersebut dikarenakan dalam proses order batubara ketiga departemen tersebut yang berperan. Kuesioner terlampir pada **Lampiran A**. Berikut ini merupakan data hasil kuesioner pembobotan kriteria tiap departemen.

1. Departemen Engineering

Berikut ini merupakan hasil kuesioner pembobotan kriteria pada Departemen Engineering.

Tabel 5. 4. Perbandingan Kriteria Departemen Engineering

Criteria	Quality	Cost	Capability
Quality	1	9	8
Cost	0.11	1	6
Capability	0.12	0.16	1

Dari data diatas didapatkan nilai bahwa Kriteria Quality (Kualitas) mutlak penting dibanding dengan Kriteria Cost (Biaya) dan Capability (Kapabilitas). Dan Cost (Biaya) sangat penting dibandingkan dengan Capability (Kapabilitas)

2. Departemen Fuel & Ash

Berikut ini merupakan hasil kuesioner pembobotan kriteria pada Departemen Fuel & Ash.

Dari data pada **Tabel 5.5.** didapatkan nilai yang tidak terlalu jauh bahwa Kriteria Quality (Kualitas) mutlak penting dibandingkan dengan Cost (biaya) dan sangat penting dibandingkan dengan Capability (Kapabilitas). Dan Kriteria Capability (Kapabilitas) lebih penting dibandingkan dengan Cost (Biaya).

Tabel 5. 5. Perbandingan Kriteria Departemen Fuel & Ash

Criteria	Quality	Cost	Capability
Quality	1	9	7
Cost	0.11	1	0.2
Capability	0.14	5	1

3. Departemen Purchasing

Berikut ini merupakan hasil kuesioner pembobotan kriteria pada Departemen Purchasing.

Tabel 5. 6. Perbandingan Kriteria Departemen Purchasing

Criteria	Quality	Cost	Capability
Quality	1	7	5
Cost	0.14	1	0.33
Capability	0.2	3	1

Dari data diatas didapatkan nilai bahwa Kriteria Quality (Kualitas) sangat penting dibandingkan dengan Cost (biaya) dan lebih penting apabila dibandingkan dengan Capability (Kapabilitas). Dan Kriteria Capability bernilai sedikit lebih penting dibandingkan dengan kriteria Cost (Biaya).

5.3.2. Data Kuesioner Pembobotan Subkriteria Tiap Departemen

Pada tahap ini merupakan tahap penilaian terhadap subkriteria dari kriteria kriteria yang digunakan sebagai pertimbangan dalam proses pemesanan batubara. Subkriteria subkriteria yang terkait telah dijelaskan pada tabel sebelumnya. Kuesioner dari batubara ini terlampir pada halaman **Lampiran A**. Berikut ini merupakan data hasil kuesioner pembobotan subkriteria pada tiap departemen.

1. Departemen Engineering

Berikut ini merupakan hasil kuesioner pembobotan subkriteria pada Departemen Engineering.

- Subkriteria dari kriteria Quality

Tabel 5. 7. Perbandingan Subkriteria dari Quality Departemen Engineering

Sub Criteria	Quality				
	CV	Moist	Ash	Sulfur	HGI
CV	1	8	7	4	5
Moist	0.12	1	0.33	0.25	0.2
Ash	0.14	3	1	0.13	0.2
Sulfur	0.25	3.75	3	1	1
HGI	0.20	5	5	1	1

Dari tabel diatas didapatkan nilai hasil kuesioner dari Departemen Engineering terhadap subkriteria pada kriteria Quality (Kualitas). Penilaian tersebut meliputi antara lain:

- Subkriteria CV (nilai kalor) mutlak penting dibandingkan subkriteria Moist (Kandungan Air), amat sangat penting dibandingkan Ash (Kandungan Batubara), dan sangat penting jika dibandingkan dengan subkriteria Sulfur dan HGI.

- Subkriteria Moisture (kandungan air) mutlak kalah penting dibandingkan dengan CV, sedikit kalah penting dibandingkan dengan Ash (Kandungan Abu), kalah penting dibandingkan dengan Sulfur dan HGI.

- Subkriteria Ash (kandungan abu) sangat kalah penting dibandingkan dengan CV, sedikit lebih penting dibanding Moist, sedikit kalah penting dibanding dengan Sulfur, dan kalah penting dibandingkan dengan HGI.

- Subkriteria Sulfur kalah penting dibandingkan dengan CV, lebih penting dibandingkan Moist, sedikit lebih penting dibanding Ash, dan sama pentingnya dengan HGI.

- Subkriteria HGI kalah penting dibandingkan dengan CV, lebih penting dibandingkan Moist dan Ash. Sama pentingnya dibandingkan dengan Sulfur.

- Subkriteria dari Kriteria Capability

Tabel 5. 8. Perbandingan Subkriteria dari Capability Departemen Engineering

Sub Criteria	Capability	
	Deliv Time	Capacity
Deliv Time	1	3
Capacity	0.33	1

Dari tabel diatas didapatkan nilai hasil kuesioner dari Departemen Engineering terhadap subkriteria pada kriteria Capability (Kapabilitas). Penilaian tersebut meliputi antara lain:

- Subkriteria Deliv Time (lama pengiriman) sedikit lebih penting dibandingkan dengan Capacity (Kapasitas Produksi Batubara Supplier)
- Subkriteria Capacity sedikit kalah penting dibandingkan Deliv Time (lama pengiriman)

2. Departemen Fuel & Ash

Berikut ini merupakan hasil kuesioner pembobotan subkriteria pada Departemen Fuel & Ash.

- Subkriteria dari kriteria Quality

Pada **Tabel 5.9**. didapatkan nilai hasil kuesioner dari Departemen Fuel & Ash terhadap subkriteria pada kriteria Quality (Kualitas). Penilaian tersebut meliputi antara lain:

- Subkriteria CV (nilai kalor) sangat penting dibandingkan dengan Moist (kandungan air), mutlak penting dibandingkan dengan Ash (kandungan abu), lebih penting dibandingkan dengan Sulfur dan HGI.
- Subkriteria Moisture (kandungan air) sangat kalah penting dibandingkan dengan CV (nilai kalor), sedikit lebih penting dibanding Ash (kandungan abu), sedikit kalah penting dibandingkan dengan Sulfur dan HGI.
- Subkriteria Ash (kandungan abu) mutlak kalah penting dibandingkan dengan CV, sedikit kalah penting dibandingkan dengan moist (kandungan air), kalah penting dibandingkan dengan sulfur dan HGI.
- Subkriteria Sulfur (kandungan belerang) kalah penting dibandingkan dengan CV, sedikit lebih penting dibandingkan dengan Moist (kandungan air), lebih penting dibandingkan dengan ash (kandungan abu), sama pentingnya dengan HGI.
- Subkriteria HGI kalah penting dibandingkan dengan CV, sedikit lebih penting dibandingkan dengan Moist

(kandungan air), lebih penting dibandingkan dengan ash (kandungan abu), sama pentingnya dengan HGI.

Tabel 5. 9. Perbandingan Subkriteria dari Quality Departemen Fuel & Ash

Sub Criteria	Quality				
	CV	Moist	Ash	Sulfur	HGI
CV	1	7	9	5	5
Moist	0.14	1	3	0.33	0.33
Ash	0.11	0.33	1	0.20	0.20
Sulfur	0.20	3	5	1	1
HGI	0.20	3	5	1	1

- Subkriteria dari Kriteria Capability

Pada **Tabel 5.10.** Dibawah didapatkan nilai hasil kuesioner dari Departemen Fuel & Ash terhadap subkriteria pada kriteria Capability (Kapabilitas). Penilaian tersebut meliputi antara lain:

- Subkriteria Deliv Time (lama pengiriman) sedikit lebih penting dibandingkan dengan Capacity (Kapasitas Produksi Batubara Supplier)
- Subkriteria Capacity sedikit kalah penting dibandingkan Deliv Time (lama pengiriman)

Tabel 5. 10. Perbandingan Subkriteria dari Capability Departemen Fuel & Ash

Sub Criteria	Capability	
	Deliv Time	Capacity
Deliv Time	1	3
Capacity	0.33	1

3. Departemen Purchasing

Berikut ini merupakan hasil kuesioner pembobotan subkriteria pada Departemen Purchasing.

- Subkriteria dari kriteria Quality

Tabel 5. 11. Perbandingan Subkriteria dari Quality Departemen Purchasing

Sub Criteria	Quality				
	CV	Moist	Ash	Sulfur	HGI
CV	1	9	7	3	5
Moist	0.11	1	0.33	0.14	0.20
Ash	0.14	3	1	0.33	0.33
Sulfur	0.33	7	3	1	3
HGI	0.20	5	3	0.33	1

Dari tabel diatas didapatkan nilai hasil kuesioner dari Departemen Purchasing terhadap subkriteria pada kriteria Quality (Kualitas). Penilaian tersebut meliputi antara lain:

- Subkriteria CV (nilai kalor) mutlak penting dibandingkan dengan moist (kandungan air), sangat penting dibandingkan dengan ash (kandungan abu), sedikit lebih penting dibanding sulfur (kandungan belerang), lebih penting dibandingkan dengan HGI.
- Subkriteria Moisture (kandungan air) mutlak kalah penting dibandingkan dengan CV (nilai kalor), sedikit kalah penting dibandingkan dengan Ash (kandungan abu), sangat kalah penting dibandingkan dengan sulfur (kandungan belerang), kalah penting dibandingkan dengan dengan HGI.
- Subkriteria Ash (kandungan abu) sangat kalah penting dibandingkan dengan CV (nilai kalor), sedikit lebih penting dibandingkan dengan Moist (kandungan air), sedikit kalah penting dibandingkan dengan Sulfur (kandungan belerang) dan HGI.
- Subkriteria Sulfur (kandungan belerang) sedikit kalah penting dibandingkan dengan CV (nilai kalor), sangat penting dibandingkan dengan Moist (kandungan air),

sedikit lebih penting dibandingkan dengan Ash (kandungan abu) dan HGI.

- Subkriteria HGI kalah penting dibandingkan dengan CV (nilai kalor), lebih penting dibandingkan dengan Moist (kandungan air), sedikit lebih penting dibandingkan dengan Ash (kandungan abu), dan sedikit kalah penting dibandingkan dengan Sulfur (kandungan belerang).

- Subkriteria dari kriteria Capability

Tabel 5. 12. Perbandingan Subkriteria dari Capability Departemen Purchasing

Sub Criteria	Capability	
	Deliv Time	Capacity
Deliv Time	1	3
Capacity	0.33	1

Dari tabel diatas didapatkan nilai hasil kuesioner dari Departemen Purchasing terhadap subkriteria pada kriteria Capability (Kapabilitas). Penilaian tersebut meliputi antara lain:

- Subkriteria Deliv Time (lama pengiriman) sedikit lebih penting dibandingkan dengan Capacity (Kapasitas Produksi Batubara Supplier)
- Subkriteria Capacity sedikit kalah penting dibandingkan Deliv Time (lama pengiriman)

5.3.3. Data Kuesioner Penilaian Alternatif Tiap Departemen

Pada tahap ini merupakan tahap penilaian terhadap alternatif supplier yang terkait dengan Tugas Akhir ini. Subkriteria subkriteria yang terkait telah dijelaskan pada tabel sebelumnya. Kuesioner dari penilaian alternatif ini terlampir pada halaman **Lampiran B**.

1. Departemen Engineering

- Hasil kuisioner terlampir pada **Lampiran C**.
2. Departemen Fuel & Ash
Hasil kuisioner terlampir pada **Lampiran C**.
 3. Departemen Purchasing
Hasil kuisioner terlampir pada **Lampiran C**.

5.3.4. Pembobotan Kriteria Secara Keseluruhan Departemen

Berikut ini merupakan hasil olahan dari kuesioner pembobotan terhadap kriteria kriteria yang telah diisi oleh Departemen Engineering, Departemen Fuel & Ash, dan Departemen Purchasing. Dari 4 responden yang telah mengisi kuesioner tersebut, hasilnya akan dilakukan penghitungan rata rata dari tiap keseluruhan kuesioner berdasarkan masing masig kriteria. Hasil rataan pada tiap kriteria akan ditampilkan pada beberapa tabel dibawah ini.

Tabel 5. 13. Perbandingan Bobot Kriteria

Criteria	Quality	Cost	Capability
Quality	1	8.33	6.66
Cost	0.12	1	2,16
Capability	0.14	0.5	1

5.3.5. Pembobotan Subkriteria Secara Keseluruhan

Berikut ini merupakan hasil olahan dari kuesioner pembobotan terhadap subkriteria yang telah diisi oleh Departemen Engineering, Departemen Fuel & Ash, dan Departemen Purchasing. Dari 4 responden yang telah mengisi kuesioner tersebut, hasilnya akan dilakukan penghitungan rata rata dari tiap keseluruhan kuesioner berdasarkan masing masig subkriteria. Hasil rataan pada tiap kriteria akan ditampilkan pada beberapa tabel dibawah ini

- Kriteria Quality
Dari tabel dibawah ini dapat dilihat hasil pembobotan antar subkriteria pada kriteria Quality

Tabel 5. 14. Perbandingan Bobot Subkriteria pada Kriteria Quality

Sub Criteria	Quality				
	CV	Moist	Ash	Sulfur	HGI
CV	1	8	7.67	4	5
Moist	0.12	1	1.22	0.25	0.25
Ash	0.12	0.8	1	0.28	0.25
Sulfur	0.20	4	3.50	1	1.67
HGI	0.20	4	4	0.6	1
Column Sum	1.64	17.8	17.39	6.13	8.17

- **Kriteria Capability**

Dari tabel dibawah ini dapat dilihat hasil pembobotan antar subkriteria pada kriteria Capability

Tabel 5. 15. Perbandingan Bobot Subkriteria Pada Kriteria Capability

Sub Criteria	Capability	
	Deliv Time	Capacity
Deliv Time	1	3
Capacity	0.33	1
Column Sum	1.33	4

5.3.6. Penilaian Alternatif Secara Keseluruhan

Berikut ini merupakan hasil olahan dari kuesioner pembobotan terhadap alternatif yang telah diisi oleh Departemen Engineering, Departemen Fuel & Ash, dan Departemen Purchasing. Dari 4 responden yang telah mengisi kuesioner tersebut, hasilnya akan dilakukan penghitungan rata rata dari tiap keseluruhan kuesioner berdasarkan masing masing

alternatif. Hasil rata-rata pada tiap alternatif akan ditampilkan pada **Lampiran D**.

5.3.7. Perhitungan Bobot

Setelah mendapatkan hasil rata-rata dari masing-masing bobot pada kriteria dan subkriteria, maka selanjutnya ialah menormalisasikan dari masing-masing bobot pada kriteria maupun subkriteria.

5.3.7.1 Normalisasi Matriks pada Kriteria

Tahapan ini merupakan tahapan untuk menormalisasi hasil pembobotan AHP. Dengan cara melakukan penjumlahan nilai pada tiap kolom terlebih dahulu seperti pada Tabel dibawah ini. Dengan Formula :

$$\text{Column1} + \text{Column2} + \dots + \text{ColumnN} = \text{Total} \quad (5.1)$$

Maka hasilnya seperti tabel dibawah ini:

Tabel 5. 16. Hasil Penjumlahan Kolom Kriteria

Criteria	Quality	Cost	Capability
Quality	1	8.33	6.67
Cost	0.12	1	2.16
Capability	0.14	0.5	1
Column Sum	1.26	9.83	9.83

Selanjutnya, setelah mengetahui jumlah bobot tiap kriteria yang harus dilakukan ialah menghitung normalisasi matrik dengan membagi tiap elemen matriks pada kolom nilai total bobot yang telah dihitung sebelumnya. Dengan Formula sebagai berikut:

$$\text{Normalisasi Quality ke Quality} = \frac{\text{Nilai Quality ke Quality}}{\text{Total Bobot}} \quad (5.2)$$

Maka hasilnya seperti dibawah ini

Tabel 5. 17. Hasil Normalisasi Kriteria

Criteria	Quality	Cost	Capability
Quality	0.787402	0.850989927	0.6772009
Cost	0.094488	0.102118791	0.2212190
Capability	0.118110	0.046891282	0.1015801

5.3.7.2 Penentuan Bobot Kriteria

Selanjutnya, setelah mendapatkan hasil normalisasi maka menentukan bobot tiap kriteria. Untuk mendapatkan bobot tersebut ialah dengan menghitung rata rata pada baris kriteria. Berikut formula yang dapat digunakan:

$$\text{Bobot Quality} = \frac{\text{Nilai Q ke Q} + \text{Q ke Co} + \text{Q ke Ca}}{3} \quad (5.3)$$

Maka hasil yang didapatkan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 5. 18. Hasil Penentuan Bobot Kriteria

Criteria	Quality	Cost	Capability	Bobot
Quality	0.787402	0.850989927	0.6772009	0.771864135
Cost	0.094488	0.102118791	0.2212190	0.139275314
Capability	0.118110	0.046891282	0.1015801	0.088860551

5.3.7.3 Normalisasi Martriks pada Subkriteria

Tahapan ini merupakan tahapan untuk menormalisasi hasil pembobotan AHP pada kedua subkriteria. Dengan cara melakukan penjumlahan nilai pada tiap kolom terlebih dahulu seperti pada Tabel dibawah ini. Dengan Formula :

$$\text{Column1} + \text{Column2} + \dots + \text{ColumnN} = \text{Total} \quad (5.4)$$

Dibawah ini merupakan hasil penjumlahan kolom subkriteria pada kriteria Quality.

Tabel 5. 19. Hasil Penjumlahan Kolom Subkriteria pada Kriteria Quality

Sub Criteria	Quality				
	CV	Moist	Ash	Sulfur	HGI
CV	1	8	7.67	4	5
Moist	0.12	1	1 2/9	0.25	0.25
Ash	0.12	0.8	1	0.28	0.25
Sulfur	0.25	4	3.5	1	1.67
HGI	0.2	4	4	0.6	1
Column Sum	1.71	18	17.44	6.14	8.16

Dan berikutnya merupakan hasil penjumlahan kolom subkriteria pada kriteria Capability

Tabel 5. 20. Hasil Penjumlahan Kolom Subkriteria pada Kriteria Capability

Sub Criteria	Capability	
	Deliv Time	Capacity
Deliv Time	1	3
Capacity	0.33	1
Column Sum	1.33	4

Selanjutnya, setelah mengetahui jumlah bobot pada tiap subkriteria yang harus dilakukan ialah menghitung normalisasi matrik dengan membagi tiap elemen matriks pada kolom nilai total bobot yang telah dihitung sebelumnya. Dengan Formula sebagai berikut:

$$\text{Nilai Normalisasi CV ke CV} = \frac{\text{Nilai CV ke CV}}{\text{Total Bobot}} \quad (5.5)$$

Berikut ini merupakan hasil perhitungan normalisasi subkriteria pada kriteria Quality

Tabel 5. 21. Hasil Normalisasi Subkriteria pada Kriteria Quality

Sub Criteria	Quality				
	CV	Moist	Ash	Sulfur	HGI
CV	0.586361	0.4457432	0.439569	0.651837	0.613079
Moist	0.073295	0.0557179	0.070076	0.040352	0.029973
Ash	0.076482	0.0455874	0.057335	0.047077	0.029973
Sulfur	0.14659	0.2250146	0.198468	0.162959	0.20436
HGI	0.117272	0.2279369	0.234553	0.097775	0.122616

Berikut ini merupakan hasil perhitungan normalisasi subkriteria pada kriteria Capability

Tabel 5. 22. Hasil Normalisasi Subkriteria pada Kriteria Capability

Sub Criteria	Capability	
	Deliv Time	Capacity
Deliv Time	0.75	0.75
Capacity	0.25	0.25

5.3.7.4 Penentuan Bobot Subkriteria

Selanjutnya, setelah mendapatkan hasil normalisasi maka menentukan bobot tiap subkriteria. Untuk mendapatkan bobot tersebut ialah dengan menghitung rata rata pada baris subkriteria. Berikut formula yang dapat digunakan

$$\text{Bobot CV} = \frac{\text{Nilai CV ke CV} + \text{CV ke Moist} + \text{CV ke Ash} \dots}{5} \quad (5.6)$$

Dibawah ini merupakan hasil penentuan bobot subkriteria pada kriteria Quality

Tabel 5. 23. Hasil Penentuan Bobot Subkriteria pada Kriteria Quality

Sub Criteria	Quality					Bobot
	CV	Moist	Ash	Sulfur	HGI	
CV	0.5864	0.4457	0.4396	0.6518	0.6131	0.547318
Moist	0.0733	0.0557	0.0701	0.0404	0.0299	0.053883
Ash	0.0765	0.0456	0.0573	0.0471	0.0299	0.051291
Sulfur	0.1466	0.2250	0.1985	0.1630	0.2044	0.187478
HGI	0.1172	0.2279	0.2346	0.0978	0.1226	0.160031

Dibawah ini merupakan hasil penentuan bobot subkriteria pada kriteria Capability

Tabel 5. 24. Hasil Penentuan Bobot Subkriteria pada Kriteria Capability

Sub Criteria	Capability		Bobot
	Deliv Time	Capacity	
Deliv Time	0.75	0.75	0.75
Capacity	0.25	0.25	0.25

5.3.8. Uji Konsistensi

Untuk mengetahui kevaliditasan dari perhitungan AHP yang telah dilakukan, dapat menggunakan uji konsistensi. Dimana hasil dapat dikatakan memenuhi syarat apabila nilai $CR \leq 0,100$ [16]. Apabila syarat tersebut belum memenuhi maka akan dilakukan pengisian kuesioner kembali untuk mendapatkan nilai yang konsisten.

Untuk pertama tama hitung nilai kriteria ataupun sub kriteria sebelum normalisasi dengan bobot dari kriteria ataupun subkriteria, dan cara tersebut berlaku pada semua elemen matriks kriteria maupun elemen matriks subkriteria. Berikut ini contoh formula dibawah ini:

Nilai Quality ke Quality sebelum Normalisasi X Bobot Kriteria

$$= 1 \times 0.771864135 = 0.771864$$

Untuk selanjutnya dilakukan penjumlahan dari hasil perkalian sebelumnya terhadap tiap kriteria maupun subkriteria berdasarkan barisnya. Berikut ini merupakan contoh formulanya :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= \text{Nilai Quality} + \text{Nilai Cost} + \text{Nilai Capability} \\ &0.771864 + 1.160628 + 0.592404 = 2.524895 \end{aligned}$$

Penggunaan formula tersebut digunakan pada semua elemen matriks baik untuk kriteria maupun matriks subkriteria. Tahap selanjutnya ialah mendapatkan nilai konsistensi, untuk mendapatkan nilai konsistensi dari tiap kriteria maupun subkriteria pada kasus ini dapat dilakukan melalui perhitungan dengan formula, dibawah ini:

- Penghitungan Nilai Konsistensi Kriteria

$$\text{Nilai Konsistensi} = \frac{\text{Jumlah}}{\text{Bobot kriteria}} \quad (5.7)$$

$$\text{Nilai Konsistensi Quality} =$$

$$\frac{2.524895}{0.771864135} = 3.271166$$

- Penghitungan Nilai Konsistensi Subkriteria

$$\text{Nilai Konsistensi} = \frac{\text{Jumlah normalisasi pada subkriteria}}{\text{Bobot subkriteria}}$$

$$\text{Nilai Konsistensi CV} =$$

$$\frac{2.921674909}{0.547318} = 5.33817$$

Setelah mendapatkan nilai konsistensi, selanjutnya ialah menghitung nilai Konsistensi indeks (CI). Untuk mendapatkan nilai CI digunakan rumus seperti dibawah ini.

$$\text{CI} = \frac{\left(\frac{\sum \text{Nilai konnsistensi kriteria}}{\text{jumlah kriteria}} \right) - \text{jumlah kriteria}}{\text{jumlah kriteria} - 1} \quad (5.8)$$

Formula tersebut juga berlaku untuk menentukan CI pada subkriteria. Berikut ini merupakan hasil penghitungan uji konsistensi.

- Pada Kriteria

Tabel 5. 25. Penilaian Konsistensi Index Kriteria

Criteria	Quality	Cost	Capability	Sum	Nilai Konsistensi
Quality	0.771864	1.160628	0.592404	2.524895	3.271166
Cost	0.092624	0.139275	0.193519	0.425418	3.054508
Capability	0.11578	0.06395	0.088860	0.268593	3.022636
Rataan Nilai Konsistensi					3.116103

$$CI = 0.058052$$

- Pada Subkriteria Kriteria Quality

Tabel 5. 26. Penilaian Konsistensi Index Subkriteria pada Quality

Sub Kriteria	CV	Moist	Ash	Sulfur	HGI	Sum	Nilai Konsistensi
CV	0.54732	0.43106	0.39323	0.74991	0.80015	2.92168	5.33817
Moist	0.06842	0.05388	0.06269	0.04642	0.03912	0.27053	5.02068
Ash	0.07139	0.04409	0.05129	0.05416	0.03912	0.26005	5.07001
Sulfur	0.13683	0.21760	0.17755	0.18748	0.26672	0.98617	5.26021
HGI	0.10946	0.22043	0.20983	0.11249	0.16003	0.81224	5.07551
Rataan Nilai Konsistensi							5.15291

$$CI = 0.0382286$$

- Pada Subkriteria Kriteria Capability

Tabel 5. 27. Penilaian Konsistensi Index Subkriteria pada Capability

Sub Kriteria	Delivery_Time	Capacity	Sum	Nilai Konsistensi
Delivery_Time	0.75	0.75	1.5	2
Capacity	0.25	0.25	0.5	2
Rataan Nilai Konsistensi				2

$$CI = 0$$

Apabila CI tidak bernilai 0 (nol) maka untuk selanjutnya dilakukan perhitungan konsistensi rasio (CR). Dengan menggunakan formula :

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5.9)$$

RI merupakan *random index* yang disesuaikan dengan jumlah kriteria yang telah dibahas pada bab 2. Untuk kriteria karena memiliki kriteria sebanyak 3 maka RI = 0.58. Sedangkan untuk subkriteria dari Quality karena memiliki subkriteria sebanyak 5 maka RI = 1.12. Dan untuk subkriteria Capability karena memiliki nilai CI = 0, maka tidak dilakukan perhitungan konsistensi rasio.

- Perhitungan CR Kriteria

$$CR = \frac{0.058052}{0.58}$$

$$CR = 0.034133$$

- Perhitungan CR Subkriteria pada Kriteria Quality

$$CR = \frac{0.0382286}{1.12}$$

$$CR = 0.100089$$

5.3.9. Perhitungan Indeks Preferensi Antara Kriteria dengan Subkriteria

Perhitungan nilai preferensi antara nilai bobot antara kriteria dikalikan dengan subkriteria. Perhitungan tersebut menggunakan formula dibawah ini:

$$\text{Indeks Preferensi Kriteria_Subkriteria} = \text{Bobot Kriteria} \times \text{Bobot Subkriteria}$$

Apabila terdapat kriteria yang tidak memiliki subkriteria maka kriteria tersebut dikalikan dengan angka 1. Berikut ini merupakan hasil perhitungannya.

Tabel 5. 28. Hasil Perhitungan Indeks Preferensi

CV	0.422455
Moisture	0.04159
Ash	0.03959
Sulfur	0.144708
HGI	0.123522
Cost	0.139275
Deliv Time	0.066645
Capacity	0.022215
Sum	1

5.3.10. Perhitungan Indeks Preferensi Keseluruhan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan Indeks Preferensi secara keseluruhan, yaitu perhitungan antara Indeks Preferensi Kriteria_Subkriteria dikalikan dengan penilaian alternatif supplier. Sehingga menghasilkan nilai yang nantinya digunakan untuk *me-ranking* supplier untuk mempermudah proses pemilihan supplier. Untuk perhitunngan tersebut dapat menggunakan formula:

$$IP \text{ Keseluruhan} = IP \text{ Kriteria_Subkriteria} \times \text{Penilaian Alternatif} \quad (5.10)$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada halaman **Lampiran E**. Dari hasil perhitungan tersebut, diambil 3 supplier dengan nilai terbaik untuk dilakukan proses alokasi *supply* batubara dengan menggunakan metode *Goal Programming*. Supplier tersebut antara lain PT. H (dengan nilai 81.66256), PT. F (80.22636), PT. I (79.67521). Untuk lebih jelas nya Spesifikasi Batubara dan Layanan yang ditawarkan *supplier supplier* tersebut dapat dilihat di **Lampiran F**.

5.4 Penyelesaian Model *Goal Programming* Menggunakan Lingo.

Setelah perhitungan AHP maka didapatkan kandidat *supplier* yang berhak men-*supply* batubara pada PT. XYZ dengan kelebihan serta kekurangannya dalam hal spesifikasinya. Untuk selanjutnya langkah awal dalam menentukan alokasi *supply* tersebut ialah memecah permasalahan yang awalnya berupa *Goal Programming* menjadi *Linear Programming*. Penyelesaian permasalahan ini juga tidak jauh berbeda dengan pemecahan masalah pada model *Linear Programming*. Berikut merupakan tahapan tahapannya.

5.4.1. Menentukan Fungsi Tujuan

Berikut ini merupakan tahap pengisian fungsi tujuan sesuai dengan model yang telah dibuat, yaitu meminimalkan deviasi dari seluruh goal.

```
!variable keputusan
Xm..m/1..3/;
MIN = 0.139*d1 + 0.089*d2 + 0.467*d3 + 0.043*d4 + 0.145*d5 + 0.117*d6 ;
```

Skrip 5. 1. Fungsi Tujuan

Pada permasalahan ini pengalokasian dalam setahun terjadi 6 kali pengisian, untuk tiap sesi nya memiliki fungsi tujuan yang sama yaitu meminimalkan deviasi dari seluruh goal. Pada masing masing deviasi ini mewakili 1 goal yang berbeda beda. Untuk d1, d2, d4, d5, dan d6 mewakili goal dari meminimalkan biaya *supply* batubara, meminimalkan waktu pengiriman, meminimalkan persentase kandungan abu, meminimalkan persentase kandungan sulfur, dan meminimalkan nilai HGI pada batubara. Sedangkan d3 mewakili goal dari memaksimalkan nilai kalor batubara.

5.4.2. Memasukkan Batasan *Goal Programming*

Setelah memasukkan fungsi tujuan *goal programming* pada Lingo. Selanjutnya memasukkan batasan batasan yang sesuai dengan model yang telah dibuat sebelumnya. Berikut ini merupakan contoh batasan batasan yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan ini.

Skrip 5.2. merupakan batasan baru untuk meminimalkan biaya *order* batubara agar tidak melebihi *budget* yang telah ditentukan oleh perusahaan.

```
!Batasan baru 1 sesi bulan 1 (budget pertahun/6);
59.7*X1 + 64.26*X2 + 62*X3 + d1 = 41666666.7;
```

Skrip 5. 2. Batasan Meminimumkan Biaya

Batasan tersebut berlaku hanya pada satu sesi saja, dimana dalam satu sesi perusahaan hanya memiliki *budget* pembelian batubara sebesar 41666666.7 USD.

Selanjutnya memasukkan batasan yang kedua, dimana batasan ini merupakan batasan baru dari fungsi tujuan pada model *linear promming*. Batasan ini berguna untuk meminimalkan waktu pengiriman batubara untuk sampai ke *stockpile*. Skrip batasan dapat dilihat pada **Skrip 5.3.**

```
!Batasan Baru| 2 sesi bulan 1 (kebutuhan persesi*batas atas pengiriman);
5*X1 + 6*X2 + 6*X3 + d2 = 4620000;
```

Skrip 5. 3. Skrip Batasan Meminimumkan Waktu Pengiriman

Selanjutnya memasukkan batasan yang ketiga, batasan ini merupakan batasan baru dari fungsi tujuan pada model *linear promming*. Batasan ini berguna untuk memaksimalkan *supply* batubara dengan nilai kalor yang tinggi. Skrip batasan dapat dilihat pada **Skrip 5.4.**

```
!Batasan Baru 3 sesi bulan 1 (kebutuhan persesi*batas bawah penerimaan CV);
5200*X1 + 5500*X2 + 5300*X3 - d3 = 2970660000;
```

Skrip 5. 4. Batasan Memaksimalkan Nilai CV

Batasan selanjutnya ialah batasan yang keempat batasan ini merupakan batasan baru dari fungsi tujuan pada model *linear promming*. Batasan ini berguna untuk Meminimalkan kandungan abu pada *supply* batubara. Skrip batasan dapat dilihat pada **Skrip 5.5.**

```
!Batasan Baru 4 sesi bulan 1 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan Ash);
0.01*X1 + 0.07*X2 + 0.01*X3 + d4 = 46200;
```

Skrip 5. 5. Batasan Meminimalkan Kandungan Abu

Batasan selanjutnya ialah batasan kelima, dimana batasan ini merupakan batasan baru dari fungsi tujuan pada model *linear promming*. Batasan ini berguna untuk meminimalkan kandungan sulfur pada *supply* batubara. Skrip batasan dapat dilihat pada **Skrip 5.6**.

```
!Batasan Baru 5 sesi bulan 1 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan Sulfur);
0.001*X1 + 0.004*X2 + 0.001*X3 + d5 = 3960;
```

Skrip 5. 6. Batasan Meminimalkan Kandungan Sulfur

Batasan selanjutnya ialah batasan keenam, dimana batasan ini merupakan batasan baru dari fungsi tujuan pada model *linear promming*. Batasan ini berguna untuk meminimalkan supply batubara dengan nilai HGI yang tinggi. Skrip batasan dapat dilihat pada **Skrip 5.7**.

```
!Batasan Baru 6 sesi bulan 1 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan HGI);
51*X1 + 47*X2 + 45*X3 + d6 = 39600000;
```

Skrip 5. 7. Batasan Meminimalkan HGI

Batasan selanjutnya ialah batasan ketujuh, batasan ini merupakan batasan bawah total *supply* pada tiap sesi. Dimana lebih besar sama dengan kebutuhan batubara yang digunakan untuk memproduksi listrik pada sesi tersebut. Tentunya target dari batasan ini berbeda tiap sesinya, dikarenakan sesuai dengan kebutuhan batubara perusahaan dalam memproduksi listrik. Skrip batasan pada sesi 1 dapat dilihat pada **Skrip 5.8**.

```
!batasan 1;
X1 + X2 + X3 >= 660000;
```

Skrip 5. 8. Batasan Kebutuhan Batubara

Batasan selanjutnya ialah batasan kedelapan, batas atas *supply* pada tiap sesinya. Dikarenakan perusahaan memiliki kapasitas *stockpile* yang terbatas untuk menampung batubara, yaitu

sebesar 670000 ton batubara. Skrip batasan dapat dilihat pada **Skrip 5.9**.

```
!batasan 2;
X1 + X2 + X3 <= 670000;
```

Skrip 5. 9. Batas Kapasitas Stockpile

Batasan selanjutnya ialah batasan kesembilan, batas bawah *supply* pada tiap *supplier* per sesinya. Dikarenakan perusahaan memiliki batasan untuk tiap *supplier* minimum men-*supply* batubara sebanyak 500000 ton dalam satu tahun. Maka batas bawah tiap *supplier* untuk tiap sesinya dikatakan sebesar 83333.33 ton. Skrip batasan dapat dilihat pada **Skrip 5.10**.

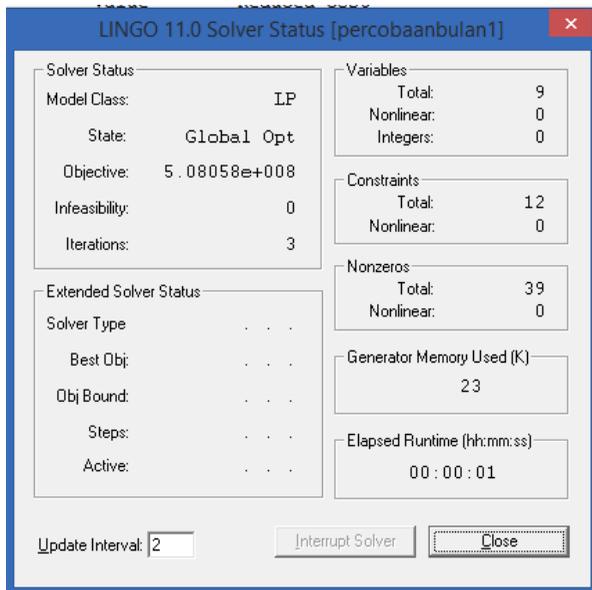
```
!batasan 3;
X1 >= 83333.33;
X2 >= 83333.33;
X3 >= 83333.33;
```

Skrip 5. 10. Batas Supply Tiap Supplier

Dari sembilan batasan tersebut digunakan pada setiap sesi dalam 1 tahun. Dimana dalam 1 tahun terdiri atas 6 sesi. Untuk skrip lengkapnya dapat dilihat pada halaman **Lampiran G**.

5.4.3. Menjalankan Fungsi Optimasi

Setelah memasukkan beberapa batasan dan juga fungsi tujuan, selanjutnya ialah mencari solusi optimal dari model tersebut dengan menggunakan tombol solver yang ada pada aplikasi Lingo. Skrip yang telah dibuat akan dijalankan dan hasilnya akan muncul jendela status seperti dibawah ini.



Gambar 5. 1. Status Fungsi Optimasi

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil dan pembahasan setelah melakukan implementasi. Hasil yang akan dijelaskan adalah verifikasi, validasi model, uji coba skenario, dan analisa hasil yang diperoleh dari proses implementasi yang telah dibahas pada bab sebelumnya.

6.1 Hasil Perhitungan AHP

Pada tahapan metode AHP, dilakukan perhitungan bobot dari masing masing kriteria, subkriteria, dan kombinasi antara kriteria dan subkriteria yang didapatkan dari hasil kuesioner. Dan tidak hanya terbatas pada pembobotan kriteria dan subkriteria saja, namun juga perhitungan nilai bagi tiap *supplier*. Dari nilai nilai tersebut dilakukan *pe-ranking-an supplier*. Hasil perhitungan AHP ini akan dijadikan nilai masukan pada metode *Goal Programming*. Hasil perhitungan bobot secara keseluruhan ditampilkan pada **Tabel 6.3**.

Tabel 6. 1. Ranking Bobot Keseluruhan

Kriteria	SubKriteria	Bobot
Quality	CV	0.422455
Quality	Sulfur	0.144708
Cost		0.139275
Quality	HGI	0.123522
Capability	Deliv Time	0.066645
Quality	Moisture	0.04159
Quality	Ash	0.03959
Capability	Capacity	0.022215

Sebagai bukti kevalidan dari hasil AHP, maka harus dilakukan uji konsistensi sebagai syarat pengerjaan. Dimana hasil uji konsistensi rasio harus menunjukkan angka ≤ 0.1 . Hasil

konsistensi rasio pada kriteria dan 2 subkriteria ditunjukkan pada **Tabel 6.2.**

Tabel 6. 2. Konsistensi Rasio Kriteria & Subkriteria

	CI	CIRI
Kriteria	0.058052	0.100089
Subkriteria - Quality	0.038229	0.034133
Subkriteria - Capability	0	-

Sedangkan untuk tabel hasil nilai akhir dari masing masing *supplier* sebagai masukan tahap penggunaan model *Goal Programming* dapat dilihat pada **Lampiran E.** Dari hasil perhitungan AHP tersebut, diambil 3 *supplier* dengan nilai terbaik untuk dilakukan proses alokasi *supply* batubara dengan menggunakan metode *Goal Programming*. *Supplier* tersebut antara lain PT. H (dengan nilai 81.66256), PT. F (80.22636), PT. I (79.67521).

6.2 Verifikasi Model

Verifikasi model merupakan tahapan untuk memastikan apakah model yang telah dibuat di Lingo telah bebas dari error. Untuk memastikan error atau tidaknya ialah dengan melihat pada jendela laporan yang dihasilkan aplikasi Lingo. Pendeteksian error akan dilakukan apabila telah dilakukan solver permasalahan. Kesalahan kesalahan tersebut umumnya terjadi dikarenakan kesalahan input atau bahkan kesalahan pada model yang tidak konsisten. Lain daripada itu Lingo juga memberitahu apabila model tidak memungkinkan untuk optimal dengan memunculkan notifikasi “*No feasible Solution Found*”. **Gambar 6.1.** merupakan salah satu contoh verifikasi hasil yang dikeluarkan oleh Lingo.

Pada **Gambar 6.1.** hasil verifikasi model pada Lingo dikatakan sudah memiliki solusi yang optimal, karena *Infeasibility* bernilai 0. Dan untuk hasil keseluruhan dari tiap tiap sesi dapat dilihat pada **Lampiran H.**



Gambar 6. 1. Contoh Hasil Verifikasi Model

6.3 Validasi Model.

Validasi model merupakan suatu proses yang bertujuan untuk memastikan bahwa sebuah model yang telah dibuat sudah sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Dalam hal ini dilakukan perbandingan antara hasil luaran dari aplikasi dengan realita perusahaan. Apabila hasil sudah memnuhi apa target maka dapat dikatakan bahwa hasil pengerjaan valid.

6.3.1. Sesi I (Bulan Januari – Februari)

Pada **Tabel 6.3.** ditampilkan hasil pemodelan dengan metode *Goal Programming* dan target dari fungsi tujuan *linear programming*.

Tabel 6. 3. Validasi Sesi 1

No.	Sesi 1		
	Model	Target	Hasil
1.	$\text{Min } Z_1 = \sum_{i=1}^3 M_i X_i$	41666666.7	39973664.26

No.	Sesi 1		
	Model	Target	Hasil
2	$Min Z_2 = \sum_{i=1}^3 T_i X_i$	4620000	3466666.46
3	$Max Z_3 = \sum_{i=1}^3 C_i X_i$	2970660000	3465333124
4	$Min Z_4 = \sum_{i=1}^3 A_i X_i$	46200	11599.99
5	$Min Z_5 = \sum_{i=1}^3 S_i X_i$	3960	909.99
6	$Min Z_6 = \sum_{i=1}^3 H_i X_i$	39600000	32826664.66

Dari hasil diatas sesuai dengan tiap tiap fungsi tujuan, sehingga didapatkan hasil yang telah memenuhi target dimana pada fungsi tujuan 1, 2, 4, 5, dan 6 lebih kecil dibandingkan target, sedangkan pada fungsi tujuan 3 lebih besar dibandingkan dengan target.

6.3.2. Sesi 2 (Bulan Maret – April)

Pada **Tabel 6.4.** ditampilkan hasil pemodelan dengan metode *Goal Programming* dan target dari fungsi tujuan *linear programming*.

Tabel 6. 4. Validasi Sesi 2

No.	Sesi 2		
	Model	Target	Hasil
1.	$Min Z_1 = \sum_{i=1}^3 M_i X_i$	41666666.7	40451264.26
2	$Min Z_2 = \sum_{i=1}^3 T_i X_i$	4676000	3506666.46
3	$Max Z_3 = \sum_{i=1}^3 C_i X_i$	3006668000	3506933124
4	$Min Z_4 = \sum_{i=1}^3 A_i X_i$	46760	11679.99

No.	Sesi 2		
	Model	Target	Hasil
5	$Min Z_5 = \sum_{i=1}^3 S_i X_i$	4008	917.99
6	$Min Z_6 = \sum_{i=1}^3 H_i X_i$	40080000	33234664.66

Dari hasil diatas sesuai dengan tiap tiap fungsi tujuan, sehingga didapatkan hasil yang telah memenuhi target dimana pada fungsi tujuan 1, 2, 4, 5, dan 6 lebih kecil dibandingkan target, sedangkan pada fungsi tujuan 3 lebih besar dibandingkan dengan target.

6.3.3. Sesi 3 (Bulan Mei – Juni)

Pada **Tabel 6.5.** ditampilkan hasil pemodelan dengan metode *Goal Programming* dan target dari fungsi tujuan *linear programming*.

Tabel 6. 5. Validasi Sesi 3

No.	Sesi 3		
	Model	Target	Hasil
1.	$Min Z_1 = \sum_{i=1}^3 M_i X_i$	41666666.7	40451264.26
2	$Min Z_2 = \sum_{i=1}^3 T_i X_i$	4676000	3506666.46
3	$Max Z_3 = \sum_{i=1}^3 C_i X_i$	3006668000	3506933124
4	$Min Z_4 = \sum_{i=1}^3 A_i X_i$	46760	11679.99
5	$Min Z_5 = \sum_{i=1}^3 S_i X_i$	4008	917.99
6	$Min Z_6 = \sum_{i=1}^3 H_i X_i$	40080000	33234664.66

Dari hasil diatas sesuai dengan tiap tiap fungsi tujuan, sehingga didapatkan hasil yang telah memenuhi target dimana pada fungsi tujuan 1, 2, 4, 5, dan 6 lebih kecil dibandingkan target,

sedangkan pada fungsi tujuan 3 lebih besar dibandingkan dengan target.

6.3.4. Sesi 4 (Bulan Juli – Agustus)

Pada **Tabel 6.6.** ditampilkan hasil pemodelan dengan metode *Goal Programming* dan target dari fungsi tujuan *linear programming*.

Tabel 6. 6. Validasi Sesi 4

No.	Sesi 4		
	Model	Target	Hasil
1.	$Min Z_1 = \sum_{i=1}^3 M_i X_i$	41666666.7	40451264.26
2	$Min Z_2 = \sum_{i=1}^3 T_i X_i$	4676000	3506666.46
3	$Max Z_3 = \sum_{i=1}^3 C_i X_i$	3006668000	3506933124
4	$Min Z_4 = \sum_{i=1}^3 A_i X_i$	46760	11679.99
5	$Min Z_5 = \sum_{i=1}^3 S_i X_i$	4008	917.99
6	$Min Z_6 = \sum_{i=1}^3 H_i X_i$	40080000	33234664.66

Dari hasil diatas sesuai dengan tiap tiap fungsi tujuan, sehingga didapatkan hasil yang telah memenuhi target dimana pada fungsi tujuan 1, 2, 4, 5, dan 6 lebih kecil dibandingkan target, sedangkan pada fungsi tujuan 3 lebih besar dibandingkan dengan target.

6.3.5. Sesi 5 (Bulan September – Oktober)

Pada **Tabel 6.7.** ditampilkan hasil pemodelan dengan metode *Goal Programming* dan target dari fungsi tujuan *linear programming*.

Tabel 6. 7. Validasi Sesi 5

No.	Sesi 4		
	Model	Target	Hasil
1.	$Min Z_1 = \sum_{i=1}^3 M_i X_i$	41666666.7	40451264.26
2	$Min Z_2 = \sum_{i=1}^3 T_i X_i$	4676000	3506666.46
3	$Max Z_3 = \sum_{i=1}^3 C_i X_i$	3006668000	3506933124
4	$Min Z_4 = \sum_{i=1}^3 A_i X_i$	46760	11679.99
5	$Min Z_5 = \sum_{i=1}^3 S_i X_i$	4008	917.99
6	$Min Z_6 = \sum_{i=1}^3 H_i X_i$	40080000	33234664.66

Dari hasil diatas sesuai dengan tiap tiap fungsi tujuan, sehingga didapatkan hasil yang telah memenuhi target dimana pada fungsi tujuan 1, 2, 4, 5, dan 6 lebih kecil dibandingkan target, sedangkan pada fungsi tujuan 3 lebih besar dibandingkan dengan target.

6.3.6. Sesi 6 (Bulan Nopember – Desember)

Pada **Tabel 6.8.** ditampilkan hasil pemodelan dengan metode *Goal Programming* dan target dari fungsi tujuan *linear programming*.

Tabel 6. 8. Validasi Sesi 6

No.	Sesi 4		
	Model	Target	Hasil
1.	$Min Z_1 = \sum_{i=1}^3 M_i X_i$	41666666.7	40451264.26
2	$Min Z_2 = \sum_{i=1}^3 T_i X_i$	4676000	3506666.46
3	$Max Z_3 = \sum_{i=1}^3 C_i X_i$	3006668000	3506933124

No.	Sesi 4		
	Model	Target	Hasil
4	$Min Z_4 = \sum_{i=1}^3 A_i X_i$	46760	11679.99
5	$Min Z_5 = \sum_{i=1}^3 S_i X_i$	4008	917.99
6	$Min Z_6 = \sum_{i=1}^3 H_i X_i$	40080000	33234664.66

Dari hasil diatas sesuai dengan tiap tiap fungsi tujuan, sehingga didapatkan hasil yang telah memenuhi target dimana pada fungsi tujuan 1, 2, 4, 5, dan 6 lebih kecil dibandingkan target, sedangkan pada fungsi tujuan 3 lebih besar dibandingkan dengan target.

6.4 Uji Coba Skenario

Uji coba skenario ini merupakan uji coba dengan menggunakan pembobotan prioritas yang sama.

6.5 Analisa Hasil

Analisa hasil disini merupakan hasil dari pencarian solusi teroptimal dari studi kasus alokasi *supply* batubara pada PLTU berkapasitas 615MW dengan menggunakan aplikasi Lingo dan selanjutnyaa akan dijelaskan tentang hasil penambahan skenario.

6.5.1. Analisa Hasil Lingo

Dengan mengikuti langkah formulasi model pada *goal programming* yang telah diulas pada subbab 4.5.3. , maka hasil dari pengerjaan dengan menggunakan aplikasi Lingo disajikan pada tabel dibawah ini. Dalam menentukan bobot dari masing masing batasan GP yang ada pada model ini dilakukan perhitungan model AHP tanpa menggunakan subkriteria moisture dan subkriteria kapasitas ketersediaan. Hal tersebut dikarenakan untuk nilai moisture dari ketiga supplier memiliki nilai yang sama dan pada proses pengalokasian ini kemampuan supplier dalam memproduksi batubara diabaikan, karena

dengan menggunakan subkriteria tersebut ataupun tidak, karena tidak berpengaruh, dimana kesiapan produksi dalam satu tahun pada masing masing supplier amat sangat mencukupi. Hasil nilai bobot supplier batubara antara lain CV sebesar 0.467, Sulfur sebesar 0.145, Cost sebesar 0.139, HGI sebesar 0.117, Delivery Time sebesar 0.089, Ash sebesar 0.043. Untuk hasil pengerjaan AHP untuk bobot yang lebih detail dapat dilihat pada **Lampiran I**.

- Sesi 1 (Januari – Februari)

Dari **Tabel 6.9** didapatkan alokasi batubara dari PT. H sebanyak 493333.3 ton, PT. F sebanyak 83333.33 ton, dan PT. I sebanyak 83333.33 ton. Untuk tiap ton setiap *supplier* mempunyai harga yang berbeda beda PT. H seharga 59.7 USD, PT. F seharga 64.26 USD, dan PT. I seharga 62 USD. Sehingga dari alokasi dan harga batubara yang sedemikian tersebut, pada sesi 1 ini biaya yang dikeluarkan sebanyak **39973664.26 USD**.

Tabel 6. 9. Hasil GP LINGO Sesi 1

	Variabel	Nilai
Deviasi bawah biaya pembelian	D1	1693000
Deviasi bawah waktu pengiriman	D2	1153333
Deviasi atas nilai kalor batubara	D3	494673300
Deviasi bawah kandungan abu	D4	34600
Deviasi bawah kandungan sulfur	D5	3050
Deviasi bawah nilai HGI batubara	D6	6773333
Alokasi batubara supplier PT. H	X1	493333.3
Alokasi batubara supplier PT. F	X2	83333.33
Alokasi batubara supplier PT. I	X3	83333.33

- Sesi 2 (Maret – April)

Tabel 6. 10. Hasil GP Lingo Sesi 2

	Variabel	Nilai
Deviasi bawah biaya pembelian	D1	1215400
Deviasi bawah waktu pengiriman	D2	1169333
Deviasi atas nilai kalor batubara	D3	500265300
Deviasi bawah kandungan abu	D4	35080
Deviasi bawah kandungan sulfur	D5	3090

Deviasi bawah nilai HGI batubara	D6	6845334
Alokasi batubara supplier PT. H	X1	501333.3
Alokasi batubara supplier PT. F	X2	83333.33
Alokasi batubara supplier PT. I	X3	83333.33

Dari hasil tersebut didapatkan alokasi batubara dari PT. H sebanyak 501333.3 ton, PT. F sebanyak 83333.33 ton, dan PT. I sebanyak 83333.33 ton. Untuk tiap ton setiap *supplier* mempunyai harga yang berbeda beda PT. H seharga 59.7 USD, PT. F seharga 64.26 USD, dan PT. I seharga 62 USD. Sehingga dari alokasi dan harga batubara yang sedemikian tersebut, pada sesi 2 ini biaya yang dikeluarkan sebanyak **40451264.26 USD**.

- Sesi 3 (Mei – Juni)

Tabel 6. 11. Hasil GP Lingo Sesi 3

	Variabel	Nilai
Deviasi bawah biaya pembelian	D1	1215400
Deviasi bawah waktu pengiriman	D2	1169333
Deviasi atas nilai kalor batubara	D3	500265300
Deviasi bawah kandungan abu	D4	35080
Deviasi bawah kandungan sulfur	D5	3090
Deviasi bawah nilai HGI batubara	D6	6845334
Alokasi batubara supplier PT. H	X1	501333.3
Alokasi batubara supplier PT. F	X2	83333.33
Alokasi batubara supplier PT. I	X3	83333.33

Dari hasil tersebut didapatkan alokasi batubara dari PT. H sebanyak 501333.3 ton, PT. F sebanyak 83333.33 ton, dan PT. I sebanyak 83333.33 ton. Untuk tiap ton setiap *supplier* mempunyai harga yang berbeda beda PT. H seharga 59.7 USD, PT. F seharga 64.26 USD, dan PT. I seharga 62 USD. Sehingga dari alokasi dan harga batubara yang sedemikian tersebut, pada sesi 3 ini biaya yang dikeluarkan sebanyak **40451264.26 USD**.

- Sesi 4 (Juli – Agustus)

Tabel 6. 12. Hasil GP Lingo Sesi 4

	Variabel	Nilai
Deviasi bawah biaya pembelian	D1	1215400

	Variabel	Nilai
Deviasi bawah waktu pengiriman	D2	1169333
Deviasi atas nilai kalor batubara	D3	500265300
Deviasi bawah kandungan abu	D4	35080
Deviasi bawah kandungan sulfur	D5	3090
Deviasi bawah nilai HGI batubara	D6	6845334
Alokasi batubara supplier PT. H	X1	501333.3
Alokasi batubara supplier PT. F	X2	83333.33
Alokasi batubara supplier PT. I	X3	83333.33

Dari hasil tersebut didapatkan alokasi batubara dari PT. H sebanyak 501333.3 ton, PT. F sebanyak 83333.33 ton, dan PT. I sebanyak 83333.33 ton. Untuk tiap ton setiap *supplier* mempunyai harga yang berbeda beda PT. H seharga 59.7 USD, PT. F seharga 64.26 USD, dan PT. I seharga 62 USD. Sehingga dari alokasi dan harga batubara yang sedemikian tersebut, pada sesi 4 ini biaya yang dikeluarkan sebanyak **40451264.26 USD**.

- Sesi 5 (September – Oktober)

Tabel 6. 13. Hasil GP Lingo Sesi 5

	Variabel	Nilai
Deviasi bawah biaya pembelian	D1	1215400
Deviasi bawah waktu pengiriman	D2	1169333
Deviasi atas nilai kalor batubara	D3	500265300
Deviasi bawah kandungan abu	D4	35080
Deviasi bawah kandungan sulfur	D5	3090
Deviasi bawah nilai HGI batubara	D6	6845334
Alokasi batubara supplier PT. H	X1	501333.3
Alokasi batubara supplier PT. F	X2	83333.33
Alokasi batubara supplier PT. I	X3	83333.33

Dari hasil tersebut didapatkan alokasi batubara dari PT. H sebanyak 501333.3 ton, PT. F sebanyak 83333.33 ton, dan PT. I sebanyak 83333.33 ton. Untuk tiap ton setiap *supplier* mempunyai harga yang berbeda beda PT. H seharga 59.7 USD, PT. F seharga 64.26 USD, dan PT. I seharga 62 USD. Sehingga dari alokasi dan harga batubara yang sedemikian tersebut, pada sesi 5 ini biaya yang dikeluarkan sebanyak **40451264.26 USD**.

- Sesi 6 (Nopember – Desember)

Tabel 6. 14. Hasil GP Lingo Sesi 6

	Variabel	Nilai
Deviasi bawah biaya pembelian	D1	1215400
Deviasi bawah waktu pengiriman	D2	1169333
Deviasi atas nilai kalor batubara	D3	500265300
Deviasi bawah kandungan abu	D4	35080
Deviasi bawah kandungan sulfur	D5	3090
Deviasi bawah nilai HGI batubara	D6	6845334
Alokasi batubara supplier PT. H	X1	501333.3
Alokasi batubara supplier PT. F	X2	83333.33
Alokasi batubara supplier PT. I	X3	83333.33

Dari hasil tersebut didapatkan alokasi batubara dari PT. H sebanyak 501333.3 ton, PT. F sebanyak 83333.33 ton, dan PT. I sebanyak 83333.33 ton. Untuk tiap ton setiap *supplier* mempunyai harga yang berbeda beda PT. H seharga 59.7 USD, PT. F seharga 64.26 USD, dan PT. I seharga 62 USD. Sehingga dari alokasi dan harga batubara yang sedemikian tersebut, pada sesi 6 ini biaya yang dikeluarkan sebanyak **40451264.26 USD**. Total biaya dari keenam sesi tersebut didapatkan biaya sebesar **242229985.5 USD** untuk memenuhi kebutuhan batubara selama satu tahun. Apabila dibandingkan dengan budget perusahaan selama setahun yang mana sebesar **250000000 USD**. Maka perusahaan menghemat anggaran sebesar **7770014.5 USD**.

6.5.2. Analisa Uji Coba Skenario

Hasil analisa berikut ini merupakan hasil analisa dari skenario menggunakan nilai prioritas yang sama. Pada perhitungan ini tidak memiliki perbedaan hasil maka berikut ini merupakan hasil optimasi dari tiap sesinya.

- Sesi 1 (Januari – Februari)

Tabel 6. 15. Hasil GP Skenario Sesi 1

	Variabel	Nilai
Deviasi bawah biaya pembelian	D1	1693000
Deviasi bawah waktu pengiriman	D2	1153333
Deviasi atas nilai kalor batubara	D3	494673300
Deviasi bawah kandungan abu	D4	34600
Deviasi bawah kandungan sulfur	D5	3050
Deviasi bawah nilai HGI batubara	D6	6773333
Alokasi batubara supplier PT. H	X1	493333.3
Alokasi batubara supplier PT. F	X2	83333.33
Alokasi batubara supplier PT. I	X3	83333.33

Dari hasil tersebut didapatkan alokasi batubara dari PT. H sebanyak 493333.3 ton, PT. F sebanyak 83333.33 ton, dan PT. I sebanyak 83333.33 ton. Untuk tiap ton setiap *supplier* mempunyai harga yang berbeda beda PT. H seharga 59.7 USD, PT. F seharga 64.26 USD, dan PT. I seharga 62 USD. Sehingga dari alokasi dan harga batubara yang sedemikian tersebut, pada sesi 1 ini biaya yang dikeluarkan sebanyak **39973664.26 USD**.

- Sesi 2 (Maret – April)

Tabel 6. 16. Hasil GP Skenario Sesi 2

	Variabel	Nilai
Deviasi bawah biaya pembelian	D1	1215400
Deviasi bawah waktu pengiriman	D2	1169333
Deviasi atas nilai kalor batubara	D3	500265300
Deviasi bawah kandungan abu	D4	35080
Deviasi bawah kandungan sulfur	D5	3090
Deviasi bawah nilai HGI batubara	D6	6845334
Alokasi batubara supplier PT. H	X1	501333.3
Alokasi batubara supplier PT. F	X2	83333.33
Alokasi batubara supplier PT. I	X3	83333.33

Dari hasil tersebut didapatkan alokasi batubara dari PT. H sebanyak 501333.3 ton, PT. F sebanyak 83333.33 ton, dan PT. I sebanyak 83333.33 ton. Untuk tiap ton setiap *supplier* mempunyai harga yang berbeda beda PT. H seharga 59.7 USD,

PT. F seharga 64.26 USD, dan PT. I seharga 62 USD. Sehingga dari alokasi dan harga batubara yang sedemikian tersebut, pada sesi 2 ini biaya yang dikeluarkan sebanyak **40451264.26 USD**.

- Sesi 3 (Mei – Juni)

Dari **Tabel 6.17** didapatkan alokasi batubara dari PT. H sebanyak 501333.3 ton, PT. F sebanyak 83333.33 ton, dan PT. I sebanyak 83333.33 ton. Untuk tiap ton setiap *supplier* mempunyai harga yang berbeda beda PT. H seharga 59.7 USD, PT. F seharga 64.26 USD, dan PT. I seharga 62 USD. Sehingga dari alokasi dan harga batubara yang sedemikian tersebut, pada sesi 3 ini biaya yang dikeluarkan sebanyak **40451264.26 USD**.

Tabel 6. 17. Hasil GP Skenario Sesi 3

	Variabel	Nilai
Deviasi bawah biaya pembelian	D1	1215400
Deviasi bawah waktu pengiriman	D2	1169333
Deviasi atas nilai kalor batubara	D3	500265300
Deviasi bawah kandungan abu	D4	35080
Deviasi bawah kandungan sulfur	D5	3090
Deviasi bawah nilai HGI batubara	D6	6845334
Alokasi batubara supplier PT. H	X1	501333.3
Alokasi batubara supplier PT. F	X2	83333.33
Alokasi batubara supplier PT. I	X3	83333.33

- Sesi 4 (Juli – Agustus)

Dari hasil pada **Tabel 6.18** tersebut didapatkan alokasi batubara dari PT. H sebanyak 501333.3 ton, PT. F sebanyak 83333.33 ton, dan PT. I sebanyak 83333.33 ton. Untuk tiap ton setiap *supplier* mempunyai harga yang berbeda beda PT. H seharga 59.7 USD, PT. F seharga 64.26 USD, dan PT. I seharga 62 USD. Sehingga dari alokasi dan harga batubara yang sedemikian tersebut, pada sesi 4 ini biaya yang dikeluarkan sebanyak **40451264.26 USD**.

Tabel 6. 18. Hasil GP Skenario Sesi 4

	Variabel	Nilai
Deviasi bawah biaya pembelian	D1	1215400
Deviasi bawah waktu pengiriman	D2	1169333

	Variabel	Nilai
Deviasi atas nilai kalor batubara	D3	500265300
Deviasi bawah kandungan abu	D4	35080
Deviasi bawah kandungan sulfur	D5	3090
Deviasi bawah nilai HGI batubara	D6	6845334
Alokasi batubara supplier PT. H	X1	501333.3
Alokasi batubara supplier PT. F	X2	83333.33
Alokasi batubara supplier PT. I	X3	83333.33

- Sesi 5 (September – Oktober)

Tabel 6. 19. Hasil GP Skenario Sesi 5

	Variabel	Nilai
Deviasi bawah biaya pembelian	D1	1215400
Deviasi bawah waktu pengiriman	D2	1169333
Deviasi atas nilai kalor batubara	D3	500265300
Deviasi bawah kandungan abu	D4	35080
Deviasi bawah kandungan sulfur	D5	3090
Deviasi bawah nilai HGI batubara	D6	6845334
Alokasi batubara supplier PT. H	X1	501333.3
Alokasi batubara supplier PT. F	X2	83333.33
Alokasi batubara supplier PT. I	X3	83333.33

Dari hasil tersebut didapatkan alokasi batubara dari PT. H sebanyak 501333.3 ton, PT. F sebanyak 83333.33 ton, dan PT. I sebanyak 83333.33 ton. Untuk tiap ton setiap *supplier* mempunyai harga yang berbeda beda PT. H seharga 59.7 USD, PT. F seharga 64.26 USD, dan PT. I seharga 62 USD. Sehingga dari alokasi dan harga batubara yang sedemikian tersebut, pada sesi 5 ini biaya yang dikeluarkan sebanyak **40451264.26 USD**.

- Sesi 6 (Nopember – Desember)

Tabel 6. 20. Hasil GP Skenario Sesi 6

	Variabel	Nilai
Deviasi bawah biaya pembelian	D1	1215400
Deviasi bawah waktu pengiriman	D2	1169333
Deviasi atas nilai kalor batubara	D3	500265300
Deviasi bawah kandungan abu	D4	35080

	Variabel	Nilai
Deviasi bawah kandungan sulfur	D5	3090
Deviasi bawah nilai HGI batubara	D6	6845334
Alokasi batubara supplier PT. H	X1	501333.3
Alokasi batubara supplier PT. F	X2	83333.33
Alokasi batubara supplier PT. I	X3	83333.33

Dari hasil tersebut didapatkan alokasi batubara dari PT. H sebanyak 501333.3 ton, PT. F sebanyak 83333.33 ton, dan PT. I sebanyak 83333.33 ton. Untuk tiap ton setiap *supplier* mempunyai harga yang berbeda beda PT. H seharga 59.7 USD, PT. F seharga 64.26 USD, dan PT. I seharga 62 USD. Sehingga dari alokasi dan harga batubara yang sedemikian tersebut, pada sesi 6 ini biaya yang dikeluarkan sebanyak **40451264.26 USD**.

6.5.3. Kesimpulan Hasil Pengujian

Dari percobaan penyelesaian masalah ini, metode AHP dan *Goal Programming* dapat digunakan dengan baik. Mulai dari pemilihan *supplier* yang mana didapatkan 3 *supplier*, yaitu PT. H., PT. F., dan PT. I. Dengan nilai masing masing 81.66256, 80.22636, dan 79.67521.

Tabel 6. 21. Hasil Perbandingan Alokasi Supply

Sesi	PT. H	PT. F	PT. I
1 (Jan – Feb)	493333.3	83333.33	83333.33
2 (Mar – Apr)	501333.3	83333.33	83333.33
3 (Mei – Jun)	501333.3	83333.33	83333.33
4 (Jul – Agt)	501333.3	83333.33	83333.33
5 (Sept – Okt)	501333.3	83333.33	83333.33
6 (Nop – Des)	501333.3	83333.33	83333.33
Total	3000000.0	500000.00	500000.00
Produksi Supplier	6700000.0	10300000.00	8000000.00

Setelah pemilihan tersebut, dilakukan penghitungan dengan metode *goal programming* untuk mendapatkan alokasi *supply* bagi *supplier* terpilih. Dimana menghasilkan pada sesi 1, Pada sesi 1 PT. H sebanyak 493333.3 ton batubara, PT. F sebanyak

83333.33 ton batubara, PT. I sebanyak 83333.33 ton batubara. Sedangkan untuk sesi 2 hingga 5, dikarenakan memiliki kebutuhan batubara yang sama, maka alokasi *supply* untuk PT. H sebanyak 501333.3 ton batubara, PT. F sebanyak 83333.33 ton batubara, PT. I sebanyak 83333.33 ton batubara.

Dalam hal batasan, model *goal programming* ini telah memenuhi batasan yang telah ditentukan oleh perusahaan, antara lain meminimalkan biaya telah memenuhi target dimana biaya yang dikeluarkan lebih kecil daripada budget dari perusahaan, pada sesi pertama sebesar 39973664.26 USD, untuk biaya sesi kedua hingga keenam sebesar 40451264.26 USD. Untuk meminimalkan waktu pengiriman telah memenuhi target dimana alokasi *supply* dan waktu lebih kecil daripada target dari perusahaan, pada sesi pertama sebesar 3466666.46 Ton Hari, untuk biaya sesi kedua hingga keenam sebesar 3506666.46 Ton Hari. Untuk memaksimalkan nilai CV telah memenuhi target dimana alokasi dan nilai CV lebih besar daripada target dari perusahaan, pada sesi pertama sebesar 3465333124 Ton Kkal, untuk biaya sesi kedua hingga keenam sebesar 3506933124 Ton Kkal. Untuk meminimalkan kandungan abu telah memenuhi target dimana total kandungan abu lebih kecil daripada target dari perusahaan, pada sesi pertama sebesar 11599.9 Ton, untuk biaya sesi kedua hingga keenam sebesar 11679.9 Ton. Untuk meminimalkan kandungan abu telah memenuhi target dimana alokasi dan nilai HGI lebih kecil daripada target dari perusahaan, pada sesi pertama sebesar 32826664.66, untuk biaya sesi kedua hingga keenam sebesar 33234664.66 Ton.

Hasil kevalidan dari percobaan ini juga memiliki nilai yang sangat baik, dengan nilai *error variance* sebesar 0.000116%. Sehingga dapat dikatakan bahwa hasil dari pengujian ini tidak memiliki perbedaan yang signifikan, dan dapat menjadi rujukan bagi PT. XYZ untuk melakukan pemilihan *supplier* beserta alokasi *supply* batubara.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dibahas mengenai kesimpulan dari semua proses yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan untuk pengembangan yang lebih baik.

7.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Metode *Analytical Hierarchy Process* dapat digunakan menyelesaikan permasalahan pemilihan *supplier* sehingga untuk melakukan proses optimasi alokasi *supply* dapat lebih mudah dan tepat sasaran.
2. Metode *goal programming* mampu menjadi metode penyelesaian pada kasus dengan melibatkan banyak tujuan, khususnya pada kasus pengoptimalan alokasi *supply* batubara ini.
3. Proses validasi model dilakukan dengan membandingkan antara target dengan hasil perhitungan dari inputan variabel keputusan hasil permodelan GP. Dari perbandingan tersebut didapatkan hasil yang memenuhi target pada tiap tiap fungsi tujuan linier programingnya.
4. Fungsi tujuan meminimalkan biaya pembelian batubara, meminimalkan waktu pengiriman batubara, memaksimalkan nilai kalor batubara, meminimalkan kandungan abu pada batubara, meminimalkan kandungan sulfur pada batubara, dan meminimalkan nilai HGI agar perusahaan dapat meminimumkan biaya dan dilain sisi tetap mendapatkan kualitas batubara yang optimal untuk bahan baku produksi listrik.
5. Dari proses pemilihan *supplier* dengan menggunakan metode AHP dipilih 3 *supplier* dengan nilai masing masing tiap *supplier* antara lain PT. H sebesar 81.66256, PT. F sebesar 80.22636, dan PT. I sebesar 79.67521.

6. Dari Proses alokasi supply didapatkan hasil untuk sesi 1 PT. H mendapatkan alokasi sebesar 493333.3 ton batubara, PT. F sebanyak 83333.33 ton batubara, PT. I sebanyak 83333.33 ton batubara. Sesi 2 hingga 5, dikarenakan memiliki kebutuhan batubara yang sama, maka alokasi *supply* untuk PT. H sebanyak 501333.3 ton batubara, PT. F sebanyak 83333.33 ton batubara, PT. I sebanyak 83333.33 ton batubara.

7.2 Saran

Saran yang dapat menjadi pertimbangan untuk tugas akhir ini, antara lain:

- Pemilihan supplier dapat menggunakan kriteria tambahan, seperti data nilai volatile matter dari tiap batubara, data tingkat kecacatan batubara tiap supplier, kapasitas tongkang, data produksi batubara perbulan pada tiap tiap supplier, dan data data yang berkenaan dengan batubara yang notabene merupakan objek utama penentu *supplier* diterima ataupun tidak
- Data yang digunakan adalah data kebutuhan batubara dalam rentang lebih dari 1 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Ariyanti, "Indonesia Terancam Krisis Batubara di 2035," liputan6, 6 September 2016. [Online]. Available: <http://bisnis.liputan6.com/read/2595197/indonesia-terancam-krisis-batu-bara-di-2035>. [Accessed 10 December 2016].
- [2] D. Divianta, "Produksi Batu Bara RI Turun 20 Persen," liputan6, 31 May 2016. [Online]. Available: <http://bisnis.liputan6.com/read/2520316/produksi-batu-bara-ri-turun-20-persen?siteName=liputan6>. [Accessed 10 December 2016].
- [3] A. A. S. Chamid, Pemilihan Supplier Batubara dan Optimasi Alokasi Supply di PLTU Paiton Unit 7 dan 8. Thesis. Magister Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2007.
- [4] E. Wirdianto and E. Unbersa, "APLIKASI METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS DALAM MENENTUKAN KRITERIA PENILAIAN SUPPLIER," vol. 2, pp. 6-13, 2008.
- [5] J. D. Wisner, K.-C. Tan and G. K. Leong, Principles of Supply Chain Management : A Balanced Approach Third Edition, South-Western: Nelson Education, Ltd, 2009.
- [6] S. Ghodspour and C. O'brien, "A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programmin," *International journal of production economics*, pp. 199-212, 1998.

- [7] C.-N. Liao and H.-P. Kao, "Supplier selection model using Taguchi loss function, analytical hierarchy process, and multi-choice goal programming," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 58, pp. 571-577, 2010.
- [8] O. Jadidi, S. Zolfaghari and S. Cavalieri, "A new normalized goal programming model for multi-objective," *International Journal Production Economics*, vol. 148, pp. 158-165, 2014.
- [9] A. Amid, S. H. Ghodsypour and C. O'brien, "A weighted max-min model for fuzzy multi-objective supplier selection in a supply chain," *International Journal Production Economics*, vol. 131, pp. 139-145, 2011.
- [10] A. K. Garside and M. J. Kristiandy, "INTEGRASI ANALYTIC HIERARCHY PROCESS DAN GOAL PROGRAMMING DALAM PEMILIHAN PEMASOK," *Jurnal teknik industri* , vol. 14, no. 2, pp. 190-199, 2013.
- [11] I. N. Pujawan, *Supply Chain Management*, Edisi Pertama, Surabaya: Guna Widya, 2005.
- [12] E. A. Demirtas and Ö. Üstün, "An integrated multiobjective decision making process for supplier," *Omega The International Journal of Management Science*, vol. 36, pp. 76-90, 2008.
- [13] G. Coyle, *The analytic hierarchy process (AHP)*, Pearson Education Limited, 2004.
- [14] R. Vargas, "Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) to Select and Prioritize Projects in a Portfolio," 10 October 2010. [Online]. Available: <http://www.ricardo-vargas.com/articles/analytic-hierarchy-process/>. [Accessed 10 February 2017].

- [15] M. S., Riset operasi edisi kedua, Jakarta: Lembaga penerbit fakultas ekonomi Universitas Indonesia, 2004.
- [16] T. L. Saaty, "Decision making with analytic hierarchy process," *International Journal Services Sciences*, vol. 1, no. 1, pp. 83-98, 2008.
- [17] F. Hillier and G. Lieberman, Introduction to stochastic models in operations research, Mc-Graw-Hill Companies, 1990.
- [18] F. Hillier and G. Lieberman, Pengantar riset operasi Jilid 1, Jakarta: Erlangga, 1994.
- [19] J. Marpaung, Perencanaan produksi yang optimal dengan pendekatan goal programming di PT. Gold Coin Indonesia. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan, 2009.
- [20] Siswanto, Operations research, Bogor: Erlangga, 2007.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Sidoarjo, tanggal 12 Maret 1995. Merupakan anak kedua dari dua bersaudara dan telah menempuh pendidikan formal yaitu; SD Negeri Kalitengah 01 Tanggulangin, SMP Negeri 01 Candi, Sidoarjo, dan SMA Negeri 02 Sidoarjo.

Pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikan di Departemen Sistem Informasi FTIf – Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dan terdaftar dengan NRP 5213100134. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif mengikuti organisasi kemahasiswaan yaitu menjadi Staff Event Organizer UKM Technopreneur Development Center (TDC) ITS 2014/2015, Staff Departemen Kewirausahaan Himpunan Mahasiswa Sistem Informasi (HMSI) Revolution 2014/2015, lalu melanjutkan kontribusinya menjadi Kepala Departemen Kewirausahaan HMSI Muda Berkarya 2015/2016. Untuk kegiatan kepanitiaan, penulis juga pernah aktif menjadi steering committee pada Indonesia Youngpreneur Summit 2015 yang diadakan oleh UKM TDC ITS. Selain pernah mencoba organisasi maupun kepanitiaan, penulis ditahun keempat aktif menjadi asisten laboratorium Rekayasa Data dan Intelegensi Bisnis (RDIB).

Selain karena memiliki amanah sebagai asisten lab RDIB, penulis memiliki ketertarikan dalam bidang tersebut. Sehingga penulis mengambil bidang minat Laboratorium Rekayasa Data dan Intelegensi Bisnis (RDIB). Penulis dapat dihubungi melalui email: asvin.imaduddin@gmail.com

Halaman ini sengaja dikosongkan



Lampiran A
Kuisiener
Survey Kriteria Penilaian Supplier Batubara

Lampiran A.

Perkenalkan nama saya Muhammad Asvin Imaduddin NRP 5213100134, Mahasiswa Departemen Sistem Informasi ITS Laboratorium Rekayasa Data dan Intelegensi Bisnis meminta ketersediaan bapak/ibu mengisi survey dalam rangka mengetahui kriteria mana saja yang diperlukan dan dirasa penting dalam melakukan penilaian terhadap *Supplier* Batubara pada IPMOMI plant Unit 7 dan 8 selaku perusahaan operator Pembangkit Listrik Tenaga Uap Paiton, Probolinggo. Untuk membantu Tugas Akhir saya dengan judul “Pemilihan Supplier dan Alokasi Supply Batubara Pada PLTU Kapasitas 615MW dengan Menggunakan Metode Analytical Hierachy Process & Goal Programming”.

Dalam kuisisioner ini terdapat 3 Kriteria, 8 Subkriteria, dan 12 alternatif penilaian yang akan digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menilai dan melakukan pemilihan *supplier* batubara. Partisipasi bapak/ibu sangat diperlukan dalam rangka membantu proses analisa dan pemilihan *supplier* nantinya. Terima Kasih..

Nama :
 Departemen :
 Posisi :

1. Petunjuk Pengisian

Dalam melakukan penilaian *supplier* pemasok batubara, terdapat 3 Kriteria, 8 subkriteria, dan 12 alternatif yang digunakan dalam penilaiannya. Kriteria tersebut antara lain:

- Kualitas : Merujuk pada kualitas yang dimiliki oleh batubara sehingga berpengaruh pada pemroduksian listrik
- Harga : Merujuk pada biaya yang dikeluarkan perusahaan dalam pembelian batubara
- Kapabilitas : Merujuk pada kapabilitas supplier dalam memenuhi pesanan batubara

Sub Kriteria tersebut antara lain :

- Nilai Kalor : Merujuk pada nilai kalor yang dimiliki oleh batubara sehingga berpengaruh pada produksi listrik
- Kandungan Air : Merujuk pada jumlah kandungan air (banyak maupun sedikitnya) yang dimiliki oleh batubara sehingga berpengaruh pada produksi listrik
- Kandungan Abu : Merujuk pada jumlah kandungan abu (banyak maupun sedikitnya) yang dimiliki oleh batubara sehingga berpengaruh pada produksi listrik
- HGI (Hard Grove Index) : Merujuk pada tingkat kekerasan yang dimiliki batubara sehingga berpengaruh pada produksi listrik
- Kandungan Sulfur : Merujuk pada prosentase kandungan abu (banyak maupun sedikitnya) yang dimiliki oleh batubara sehingga berpengaruh pada produksi listrik
- Waktu Pengiriman : Merujuk pada waktu pengiriman tiap ton-nya sehingga mempengaruhi proses bisnis perusahaan dalam menentukan *supplier*
- Kapasitas : Merujuk pada kapasitas produksi yang dimiliki oleh *supplier* dimana berhubungan dengan kesiapan *supplier* dalam menyuplai batubara

Berikut ini juga kami cantumkan tingkat nilai pembobotan untuk mengerjakan kuisisioner ini:

Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Sama pentingnya dibanding dengan yang lain	Dua elemen memiliki pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Moderat pentingnya	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu

	dibandingkan dengan yang lain	elemen dibandingkan elemen lainnya
5	Kuat pentingnya dibanding dengan yang lain	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemn dibanding elemn lainnya
7	Sangat kuat pentingnya dibanding dengan yang lain	Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek
9	Mutlak pentingnya dibanding dengan yang lain	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan.
2,4,6,8	Nilai diantara dua penilaian yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi diantar dua pilihan

Kami mohon kesediaan bapak/ibu untuk mengisi survey mengenai kriteria apa saja yang dirasa penting dalam menilai *supplier* batubara.

Terimakasih atas partisipasi dan waktunya.

2. Kriteria Level 1

1. Kriteria Kualitas dibandingkan dengan Kriteria lain

1. Lebih penting mana antara kualitas pada batubara dengan biaya.
 - a. Kualitas
 - b. Biaya batubara

Seberapa penting kriteria yang anda pilih terhadap kriteria yang tidak terpilih ?

Isikan dengan angka antara 1 (sama pentingnya) sampai 9 (mutlak penting sekali) :

.....

2. Lebih penting mana antara kualitas pada batubara dengan kapasitas *supplier*.
 - a. Kualitas
 - b. Kapabilitas

Seberapa penting kriteria yang anda pilih terhadap kriteria yang tidak terpilih ?

Isikan dengan angka antara 1 (sama pentingnya) sampai 9 (mutlak penting sekali) :

.....

2. **Kriteria Biaya dibandingkan dengan Kriteria Kapabilitas Supplier**

1. Lebih penting mana antara kualitas pada batubara dengan kapasitas *supplier*.
 - a. Biaya
 - b. Kapabilitas

Seberapa penting kriteria yang anda pilih terhadap kriteria yang tidak terpilih ?

Isikan dengan angka antara 1 (sama pentingnya) sampai 9 (mutlak penting sekali) :

.....

3. **Kriteria Level 2**

1. **Kriteria nilai kalor (calorific value) dibandingkan dengan Kriteria lain**

1. Lebih penting mana antara nilai kalor pada batubara dengan jumlah kandungan air pada batubara.
 - a. Nilai Kalor
 - b. Kandungan Air

Seberapa penting kriteria yang anda pilih terhadap kriteria yang tidak terpilih ?

Isikan dengan angka antara 1 (sama pentingnya) sampai 9 (mutlak penting sekali) :

.....

2. Lebih penting mana antara nilai kalor pada batubara dengan jumlah kandungan abu pada batubara.
 - a. Nilai Kalor
 - b. Kandungan Abu

Seberapa penting kriteria yang anda pilih terhadap kriteria yang tidak terpilih ?

Isikan dengan angka antara 1 (sama pentingnya) sampai 9 (mutlak penting sekali) :

.....

3. Lebih penting mana antara nilai kalor pada batubara dengan nilai HGI pada batubara.
 - a. Nilai Kalor
 - b. HGI

Seberapa penting kriteria yang anda pilih terhadap kriteria yang tidak terpilih ?

Isikan dengan angka antara 1 (sama pentingnya) sampai 9 (mutlak penting sekali) :

.....

4. Lebih penting mana antara nilai kalor pada batubara dengan jumlah kandungan belerang pada batubara.
 - a. Nilai Kalor
 - b. Kandungan Belerang

Seberapa penting kriteria yang anda pilih terhadap kriteria yang tidak terpilih ?

Isikan dengan angka antara 1 (sama pentingnya) sampai 9 (mutlak penting sekali) :

.....

2. Kriteria nilai kandungan air (moisture) dibandingkan dengan Kriteria lain

1. Lebih penting mana antara kandungan air pada batubara dengan jumlah kandungan abu pada batubara.
 - a. Kandungan Air
 - b. Kandungan Abu

Seberapa penting kriteria yang anda pilih terhadap kriteria yang tidak terpilih ?

Isikan dengan angka antara 1 (sama pentingnya) sampai 9 (mutlak penting sekali) :

.....

2. Lebih penting mana antara kandungan air pada batubara dengan nilai HGI pada batubara.
 - a. Kandungan Air
 - b. HGI

Seberapa penting kriteria yang anda pilih terhadap kriteria yang tidak terpilih ?

Isikan dengan angka antara 1 (sama pentingnya) sampai 9 (mutlak penting sekali) :

.....

3. Lebih penting mana antara kandungan air pada batubara dengan jumlah kandungan belerang pada batubara.
 - a. Kandungan Air
 - b. Kandungan Belerang

Seberapa penting kriteria yang anda pilih terhadap kriteria yang tidak terpilih ?

Isikan dengan angka antara 1 (sama pentingnya) sampai 9 (mutlak penting sekali) :

.....

3. Kriteria nilai kandungan abu (ash) dibandingkan dengan Kriteria lain

1. Lebih penting mana antara kandungan abu pada batubara dengan nilai HGI pada batubara.
 - a. Kandungan Abu
 - b. HGI

Seberapa penting kriteria yang anda pilih terhadap kriteria yang tidak terpilih ?

Isikan dengan angka antara 1 (sama pentingnya) sampai 9 (mutlak penting sekali) :

.....

2. Lebih penting mana antara kandungan abu pada batubara dengan jumlah kandungan belerang pada batubara.
 - a. Kandungan Abu
 - b. Kandungan Belerang

Seberapa penting kriteria yang anda pilih terhadap kriteria yang tidak terpilih ?

Isikan dengan angka antara 1 (sama pentingnya) sampai 9 (mutlak penting sekali) :

.....

4. Kriteria nilai Hard Grove Index dibandingkan dengan Kriteria lain

1. Lebih penting mana antara nilai HGI pada batubara dengan jumlah kandungan belerang pada batubara.
 - a. HGI
 - b. Kandungan Belerang

Seberapa penting kriteria yang anda pilih terhadap kriteria yang tidak terpilih ?

Isikan dengan angka antara 1 (sama pentingnya) sampai 9 (mutlak penting sekali) :

.....

5. Kriteria waktu pengiriman batubara dibandingkan dengan Kapasitas supplier

1. Lebih penting mana antara nilai harga pada batubara dengan biaya pengiriman batubara.

- a. Waktu Pengiriman
- b. Kapasitas *supplier*

Seberapa penting kriteria yang anda pilih terhadap kriteria yang tidak terpilih ?

Isikan dengan angka antara 1 (sama pentingnya) sampai 9 (mutlak penting sekali) :

.....



Lampiran B

Kuisiener Penilaian Supplier

Lampiran B.

Perkenalkan nama saya Muhammad Asvin Imaduddin NRP 5213100134, Mahasiswa Departemen Sistem Informasi ITS Laboratorium Rekayasa Data dan Intelegensi Bisnis meminta ketersediaan bapak/ibu mengisi survey dalam rangka mengetahui kriteria mana saja yang diperlukan dan dirasa penting dalam melakukan penilaian terhadap *Supplier* Batubara pada IPMOMI plant Unit 7 dan 8 selaku perusahaan operator Pembangkit Listrik Tenaga Uap Paiton, Probolinggo. Untuk membantu Tugas Akhir saya dengan judul “Pemilihan Supplier dan Alokasi Supply Batubara Pada PLTU Kapasitas 615MW dengan Menggunakan Metode Analytical Hierachy Process & Goal Programming”.

Terima Kasih

Nama :

Departemen/ Posisi :

Data

Berikut ini merupakan data *supplier* sebagai acuan penilaian *supplier*.

Nama	CV	Ash	Moisture	Sulfur	HGI	Harga Batubara (USD)/ ton	Waktu pengiriman (hari)	Kapasitas
PT. A	5300	1.00%	24.50%	0.10%	47	63	8	10,000,000
PT. B	5000	5.00%	24.50%	0.10%	49	56.12	6	7,000,000
PT. C	4600	7.00%	28%	0.50%	48	51.85	7	9,300,000
PT. D	4500	7.00%	30.00%	0.50%	40	48.52	7	11,000,000
PT.E	5100	1.00%	25.00%	0.82%	46	58.91	5	7,200,000
PT. F	5500	7.00%	24.50%	0.40%	47	64.26	6	10,300,000
PT. G	4500	1.00%	33%	0.10%	48	47.75	7	9,000,000

B-2

Nama	CV	Ash	Moisture	Sulfur	HGI	Harga Batubara (USD)/ton	Waktu pengiriman (hari)	Kapasitas
PT. H	5200	1.00%	24.50%	0.10%	51	59.7	5	6,700,000
PT. I	5300	1.00%	24.50%	0.10%	45	62	6	8,000,000
PT. J	5250	1.00%	24.50%	0.10%	48	62.2	8	7,900,000
PT. K	5100	1.00%	24.50%	0.10%	50	63.43	5	5,000,000
PT. L	5050	1.00%	26.00%	0.10%	49	55.2	6	8,000,000

Petunjuk Pengisian

Berilah angka dari 0 – 100 pada masing masing kolom penilaian *Supplier*, dengan pembandingan data yang telah tertera diatas

Contoh:

Kriteria	SUPPLIER	
	PT.A	PT. B
Calorific Values	80	10
Ash	20	20
Moisture	90	70

Halaman ini sengaja dikosongkan



Lampiran C

Hasil Kuesioner Tiap Departemen

Lampiran C.

- Hasil Kuesioner Alternatif pada Departemen Engineering

SubKriteria	SUPPLIER													
	PT. A	PT. B	PT. C	PT. D	PT. E	PT. F	PT. G	PT. H	PT. I	PT. J	PT. K	PT. L		
Calorific Values	90	60	50	50	70	100	50	80	90	80	70	60		
Ash	90	90	60	60	90	60	90	90	90	90	90	90		
Moisture	90	90	90	60	90	90	90	90	90	90	90	80		
Sulfur	80	80	70	70	50	70	80	80	80	80	80	80		
HGI	80	80	80	40	80	80	80	90	80	80	80	80		
Cost	50	70	70	90	70	50	70	90	60	60	50	70		
Delivery Time	40	50	50	50	60	50	50	60	50	40	60	50		
Capacity	70	60	60	70	60	70	60	60	60	60	60	60		

- Hasil Kuesioner Alternatif pada Departemen Fuel & Ash

SubKriteria	SUPPLIER											
	PT. A	PT. B	PT. C	PT. D	PT. E	PT. F	PT. G	PT. H	PT. I	PT. J	PT. K	PT. L
Calorific Values	90	60	50	50	70	100	50	80	90	80	70	60
Ash	90	90	60	60	90	60	90	90	80	90	90	90
Moisture	90	90	90	60	90	90	90	90	90	90	90	80
Sulfur	80	80	70	70	50	70	80	80	80	80	80	80
HGI	80	80	80	40	80	80	80	90	80	80	80	70
Cost	50	70	70	90	70	50	70	90	70	60	50	70
Delivery Time	40	50	50	50	60	50	50	60	50	40	60	60
Capacity	70	60	60	70	60	70	60	60	60	60	60	60

- Hasil Kuesioner Alternatif pada Departemen Purchasing

SubKriteria	SUPPLIER													
	PT. A	PT. B	PT. C	PT. D	PT. E	PT. F	PT. G	PT. H	PT. I	PT. J	PT. K	PT. L		
Calorific Values	90	60	50	50	70	100	50	80	90	80	70	60		
Ash	90	90	60	60	90	60	90	90	90	90	90	90		
Moisture	90	90	90	70	90	90	90	90	90	90	90	80		
Sulfur	80	80	70	70	50	70	80	80	80	80	80	80		
HGI	80	80	80	40	80	80	80	90	80	80	80	80		
Cost	50	70	70	80	70	50	70	90	60	60	50	70		
Delivery Time	40	50	50	50	60	50	50	60	50	40	60	50		
Capacity	70	60	60	70	60	70	60	60	60	60	60	60		

Halaman ini sengaja dikosongkan

The background of the page is a repeating pattern of the ITS logo. Each logo consists of a stylized gear with a flame-like shape inside, followed by the text 'ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember'. The logos are arranged in a grid, with some partially cut off at the edges.

Lampiran D Hasil Rataan Bobot Alternatif Keseluruhan

Lampiran D.

- Hasil Rataan Robot Alternatif pada keseluruhan Departemen

SubKriteria	SUPPLIER													
	PT. A	PT. B	PT. C	PT. D	PT. E	PT. F	PT. G	PT. H	PT. I	PT. J	PT. K	PT. L		
Calorific Values	90	60	50	50	70	100	50	80	90	80	70	60		
Ash	90	90	60	60	90	60	90	90	86.67	90	90	90		
Moisture	90	90	90	63.33	90	90	90	90	90	90	90	80		
Sulfur	80	80	70	70	50	70	80	80	80	80	80	80		
HGI	80	80	80	40	80	80	80	90	80	80	80	76.67		
Cost	50	70	70	90	70	50	70	90	60	60	50	70		
Delivery Time	40	50	50	50	60	50	50	60	50	40	60	53.33		
Capacity	70	60	60	70	60	70	60	60	60	60	60	60		

Halaman ini sengaja dikosongkan



Lampiran E

Hasil Perhitungan Scoring

Lampiran E.

Berikut ini merupakan hasil perhitungan indeks preferensi Kriteria_Subkriteria dengan penilaian alternatif yang telah disebarkan melalui kuesioner.

Subkriteria	Bobot	SUPPLIER											
		PT.A	PT.B	PT.C	PT.D	PT.E	PT.F	PT.G	PT.H	PT.I	PT.J	PT.K	PT.L
Calorific Values	0.422455	38.021	25.347	21.122	21.122	29.571	42.245	21.122	33.796	38.020	33.796	29.571	25.347
Ash	0.03959	3.563	3.563	3.743	2.375	3.563	2.375	3.563	3.431	3.563	3.563	3.563	3.563
Moisture	0.04159	3.743	3.743	3.743	2.634	3.743	3.743	3.743	3.743	3.743	3.743	3.743	3.377
Sulfur	0.144708	11.577	11.576	10.129	10.129	7.235	10.129	11.576	11.576	11.576	11.576	11.576	11.576
HGI	0.123522	9.882	9.881	9.881	4.940	9.881	9.881	9.881	11.117	9.881	9.881	9.881	9.470
Cost	0.139275	6.964	9.749	9.749	12.534	9.749	6.963	9.749	12.534	8.356	8.356	6.963	9.749
Delivery Time	0.066645	2.666	3.332	3.332	3.332	3.998	3.332	3.332	3.998	3.332	2.665	3.998	3.554
Capacity	0.022215	1.555	1.332	1.332	1.555	1.332	1.555	1.332	1.332	1.332	1.332	1.332	1.332
Nilai Total		77.970	68.526	61.666	58.624	69.076	80.226	64.301	81.662	79.675	74.916	70.631	67.920

Halaman ini sengaja dikosongkan



Lampiran F

Spesifikasi Supplier Terpilih

Lampiran F.

Berikut ini merupakan hasil spesifikasi *supplier* terpilih

No.	Nama	Calorific Value	Ash	Moisture	Sulfur	HGI	Harga Batubara (USD)/ ton	Waktu pengiriman (hari)	Kapasitas
1	PT. H	5200	1.00%	24.50%	0.10%	51	59.7	5	6700000
2	PT. F	5500	7.00%	24.50%	0.40%	47	64.26	6	10300000
3	PT. I	5300	1.00%	24.50%	0.10%	45	62	6	8000000

Halaman ini sengaja dikosongkan

The background of the page is a repeating pattern of the ITS logo. Each logo consists of a stylized gear with a lotus flower inside, followed by the text 'ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember'.

Lampiran G

Skrip Goal Programming Lingo

Lampiran G.

- Skrip Sesi I (Januari – Februari)

```

!variable keputusan
Xm..m/1..3/;
MIN = 0.139*d1 + 0.089*d2 + 1000*d3 + 0.043*d4 + 800*d5 + 0.117*d6 ;

!Batasan baru 1 sesi bulan 1 (budget pertahun/6);
59.7*X1 + 64.26*X2 + 62*X3 + d1 = 41666666.7;

!Batasan Baru 2 sesi bulan 1 (kebutuhan persesi*batas atas pengiriman);
5*X1 + 6*X2 + 6*X3 + d2 = 4620000;

!Batasan Baru 3 sesi bulan 1 (kebutuhan persesi*batas bawah penerimaan CV);
5200*X1 + 5500*X2 + 5300*X3 - d3 = 2970660000;

!Batasan Baru 4 sesi bulan 1 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan Ash);
0.01*X1 + 0.07*X2 + 0.01*X3 + d4 = 46200;

!Batasan Baru 5 sesi bulan 1 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan Sulfur);
0.001*X1 + 0.004*X2 + 0.001*X3 + d5 = 3960;

!Batasan Baru 6 sesi bulan 1 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan HGI);
51*X1 + 47*X2 + 45*X3 + d6 = 39600000;

!batasan 1;
X1 + X2 + X3 >= 660000;

!batasan 2;
X1 + X2 + X3 <= 670000;

!batasan 3;
X1 >= 83333.33;
X2 >= 83333.33;
X3 >= 83333.33;

```

- Skrip Sesi II (Maret – April)

```

!variable keputusan
Xm..m/1..3/;
MIN = 0.139*d1 + 0.089*d2 + 0.467*d3 + 0.043*d4 + 0.145*d5 + 0.117*d6 ;

!Batasan Baru 1 sesi bulan 2 (budget pertahun/6);
59.7*X1 + 64.26*X2 + 62*X3 + d1 = 41666666.7;

!Batasan Baru 2 sesi bulan 2 (kebutuhan perbulan*batas atas pengiriman);
5*X1 + 6*X2 + 6*X3 + d2 = 4676000;

```

G-2

```
!Batasan Baru 3 sesi bulan 2 (kebutuhan persesi*batas bawah penerimaan CV);
5200*X1 + 5500*X2 + 5300*X3 - d3 = 3006668000;

!Batasan Baru 4 sesi bulan 2 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan Ash);
0.01*X1 + 0.07*X2 + 0.01*X3 + d4 = 46760;

!Batasan Baru 5 sesi bulan 2 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan Sulfur);
0.001*X1 + 0.004*X2 + 0.001*X3 + d5 = 4008;

!Batasan Baru 6 sesi bulan 2 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan HGI);
51*X1 + 47*X2 + 45*X3 + d6 = 40080000;

!batasan 1;
X1 + X2 + X3 >= 668000;

!batasan 2;
X1 + X2 + X3 <= 670000;

!batasan 3;
X1 >= 83333.33;
X2 >= 83333.33;
X3 >= 83333.33;
```

- Skrip Sesi III (Mei – Juni)

```
!variable keputusan
Xm..m/1..3/;
MIN = 0.139*d1 + 0.089*d2 + 0.467*d3 + 0.043*d4 + 0.145*d5 + 0.117*d6 ;

!Batasan Baru 1 sesi bulan 3 (budget pertahun/6);
59.7*X1 + 64.26*X2 + 62*X3 + d1 = 41666666.7;

!Batasan Baru 2 sesi bulan 3 (kebutuhan perbulan*batas atas pengiriman);
5*X1 + 6*X2 + 6*X3 + d2 = 4676000;

!Batasan Baru 3 sesi bulan 3 (kebutuhan persesi*batas bawah penerimaan CV);
5200*X1 + 5500*X2 + 5300*X3 - d3 = 3006668000;

!Batasan Baru 4 sesi bulan 2 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan Ash);
0.01*X1 + 0.07*X2 + 0.01*X3 + d4 = 46760;

!Batasan Baru 5 sesi bulan 2 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan Sulfur);
0.001*X1 + 0.004*X2 + 0.001*X3 + d5 = 4008;

!Batasan Baru 6 sesi bulan 3 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan HGI);
51*X1 + 47*X2 + 45*X3 + d6 = 40080000;

!batasan 1;
X1 + X2 + X3 >= 668000;

!batasan 2;
X1 + X2 + X3 <= 670000;

!batasan 3;
X1 >= 83333.33;
X2 >= 83333.33;
X3 >= 83333.33;
```

- Skrip Sesi IV (Juli – Agustus)

```

|:variable keputusan
Xm..m/1..3/;
MIN = 0.139*d1 + 0.089*d2 + 0.467*d3 + 0.043*d4 + 0.145*d5 + 0.117*d6 ;

!Batasan Baru 1 sesi bulan 4 (budget pertahun/6);
59.7*X1 + 64.26*X2 + 62*X3 + d1 = 41666666.7;

!Batasan Baru 2 sesi bulan 4 (kebutuhan perbulan*batas atas pengiriman);
5*X1 + 6*X2 + 6*X3 + d2 = 4676000;

!Batasan Baru 3 sesi bulan 4 (kebutuhan persesi*batas bawah penerimaan CV);
5200*X1 + 5500*X2 + 5300*X3 - d3 = 3006668000;

!Batasan Baru 4 sesi bulan 2 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan Ash);
0.01*X1 + 0.07*X2 + 0.01*X3 + d4 = 46760;

!Batasan Baru 5 sesi bulan 2 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan Sulfur);
0.001*X1 + 0.004*X2 + 0.001*X3 + d5 = 4008;

!Batasan Baru 6 sesi bulan 3 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan HGI);
51*X1 + 47*X2 + 45*X3 + d6 = 40080000;

!batasan 1;
X1 + X2 + X3 >= 668000;

!batasan 2;
X1 + X2 + X3 <= 670000;

!batasan 3;
X1 >= 83333.33;
X2 >= 83333.33;
X3 >= 83333.33;

```

- Skrip Sesi V (September – Oktober)

```

|:variable keputusan
Xm..m/1..3/;
MIN = 0.139*d1 + 0.089*d2 + 0.467*d3 + 0.043*d4 + 0.145*d5 + 0.117*d6 ;

!Batasan Baru 1 sesi bulan 5 (budget pertahun/6);
59.7*X1 + 64.26*X2 + 62*X3 + d1 = 41666666.7;

!Batasan Baru 2 sesi bulan 5 (kebutuhan perbulan*batas atas pengiriman);
5*X1 + 6*X2 + 6*X3 + d2 = 4676000;

!Batasan Baru 3 sesi bulan 5 (kebutuhan persesi*batas bawah penerimaan CV);
5200*X1 + 5500*X2 + 5300*X3 - d3 = 3006668000;

!Batasan Baru 4 sesi bulan 2 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan Ash);
0.01*X1 + 0.07*X2 + 0.01*X3 + d4 = 46760;

!Batasan Baru 5 sesi bulan 2 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan Sulfur);
0.001*X1 + 0.004*X2 + 0.001*X3 + d5 = 4008;

```

G-4

```
!Batasan Baru 6 sesi bulan 5 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan HGI);  
51*X1 + 47*X2 + 45*X3 + d6 = 40080000;
```

```
!batasan 1;  
X1 + X2 + X3 >= 668000;
```

```
!batasan 2;  
X1 + X2 + X3 <= 670000;
```

```
!batasan 3;  
X1 >= 83333.33;  
X2 >= 83333.33;  
X3 >= 83333.33;
```

- Skrip Sesi VI (Nopember – Desember)

```
!variable keputusan  
Xm..m/1..3/;  
MIN = 0.139*d1 + 0.089*d2 + 0.467*d3 + 0.043*d4 + 0.145*d5 + 0.117*d6 ;  
  
!Batasan Baru 1 sesi bulan 6 (budget pertahun/6);  
59.7*X1 + 64.26*X2 + 62*X3 + d1 = 41666666.7;  
  
!Batasan Baru 2 sesi bulan 6 (kebutuhan perbulan*batas atas pengiriman);  
5*X1 + 6*X2 + 6*X3 + d2 = 4676000;  
  
!Batasan Baru 3 sesi bulan 6 (kebutuhan persesi*batas bawah penerimaan CV);  
5200*X1 + 5500*X2 + 5300*X3 - d3 = 3006668000;  
  
!Batasan Baru 4 sesi bulan 6 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan Ash);  
0.01*X1 + 0.07*X2 + 0.01*X3 + d4 = 46760;  
  
!Batasan Baru 5 sesi bulan 6 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan Sulfur);  
0.001*X1 + 0.004*X2 + 0.001*X3 + d5 = 4008;  
  
!Batasan Baru 6 sesi bulan 3 (kebutuhan persesi*batas atas penerimaan HGI);  
51*X1 + 47*X2 + 45*X3 + d6 = 40080000;  
  
!batasan 1;  
X1 + X2 + X3 >= 668000;  
  
!batasan 2;  
X1 + X2 + X3 <= 670000;  
  
!batasan 3;  
X1 >= 83333.33;  
X2 >= 83333.33;  
X3 >= 83333.33;
```

The background of the entire page is a repeating pattern of the ITS logo. Each logo consists of a stylized white gear with a lotus flower inside, set against a light blue shield-like shape. To the right of the gear is the text "ITS" in a bold, sans-serif font, followed by "Institut Teknologi Sepuluh Nopember" in a smaller, regular font.

Lampiran H

Screenshoot Hasil Lingo

Lampiran H.

- Sesi 1 (Bulan Januari – Februari)

LINGO 11.0 Solver Status [pakepriority1]

Solver Status Model Class: IP State: Global Opt Objective: 4.94677e+011 Infeasibility: 0 Iterations: 3		Variables Total: 9 Nonlinear: 0 Integers: 0
Extended Solver Status Solver Type: . . . Best Obj: . . . Obj Bound: . . . Steps: . . . Active: . . .		Constraints Total: 12 Nonlinear: 0
		Nonzeros Total: 39 Nonlinear: 0
		Generator Memory Used (K) 22
		Elapsed Runtime (hh:mm:ss) 00:00:01

Update Interval:

Hasil solver dengan menggunakan Lingo

Global optimal solution found.

Objective value: 0.4946769E+12

Infeasibilities: 0.000000

Total solver iterations: 3

Variable	Value	Reduced Cost
D1	1693000.	0.000000
D2	1153333.	0.000000
D3	0.4946733E+09	0.000000
D4	34600.00	0.000000
D5	3050.000	0.000000
D6	6773333.	0.000000
X1	493333.3	0.000000
X2	83333.33	0.000000
X3	83333.33	0.000000

H-2

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.4946769E+12	-1.000000
2	0.000000	-0.1390000
3	0.000000	-0.8900000E-01
4	0.000000	1000.000
5	0.000000	-0.4300000E-01
6	0.000000	-800.0000
7	0.000000	-0.1170000
8	0.000000	-5199984.
9	10000.00	0.000000
10	410000.0	0.000000
11	0.000000	-299997.3
12	0.000000	-100000.3

- Sesi 2 (Bulan Maret – April)

The screenshot shows the LINGO 11.0 Solver Status dialog box. The title bar reads 'LINGO 11.0 Solver Status [pakepriority2]'. The dialog is divided into several sections:

- Solver Status:**
 - Model Class: LP
 - State: Global Opt
 - Objective: 2.347E+008
 - Infeasibility: 0
 - Iterations: 3
- Variables:**
 - Total: 9
 - Nonlinear: 0
 - Integers: 0
- Constraints:**
 - Total: 12
 - Nonlinear: 0
- Nonzeros:**
 - Total: 39
 - Nonlinear: 0
- Generator Memory Used (K):** 22
- Elapsed Runtime (hh:mm:ss):** 00:00:01
- Extended Solver Status:**
 - Solver Type: . . .
 - Best Obj: . . .
 - Obj Bound: . . .
 - Steps: . . .
 - Active: . . .
- Update Interval:** 2
- Buttons: Interrupt Solver, Close

Hasil solver dengan menggunakan Lingo

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.2346998E+09
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:        3
```

Variable	Value	Reduced Cost
D1	1215400.	0.000000
D2	1169333.	0.000000
D3	0.5002653E+09	0.000000

D4	35080.00	0.000000
D5	3090.000	0.000000
D6	6845333.	0.000000
X1	501333.3	0.000000
X2	83333.33	0.000000
X3	83333.33	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2346998E+09	-1.000000
2	0.000000	-0.1390000
3	0.000000	-0.8900000E-01
4	0.000000	0.4670000
5	0.000000	-0.4300000E-01
6	0.000000	-0.1450000
7	0.000000	-0.1170000
8	0.000000	-2413.689
9	2000.000	0.000000
10	418000.0	0.000000
11	0.000000	-139.8421
12	0.000000	-46.99330

- Sesi 3 (Bulan Mei – Juni)

The screenshot shows the LINGO 11.0 Solver Status dialog box for a model named 'pakepriority3'. The dialog is divided into several sections:

- Solver Status:**
 - Model Class: IP
 - State: Global Opt
 - Objective: 2.347e+008
 - Infeasibility: 0
 - Iterations: 3
- Variables:**
 - Total: 9
 - Nonlinear: 0
 - Integers: 0
- Constraints:**
 - Total: 12
 - Nonlinear: 0
- Nonzeros:**
 - Total: 39
 - Nonlinear: 0
- Generator Memory Used (K):** 22
- Elapsed Runtime (hh:mm:ss):** 00:00:01
- Extended Solver Status:** (Fields for Solver Type, Best Obj, Obj Bound, Steps, and Active are present but contain dots, indicating they are not displayed or are hidden.)
- Update Interval:** 2
- Buttons:** Interrupt Solver, Close

Hasil solver dengan menggunakan Lingo

H-4

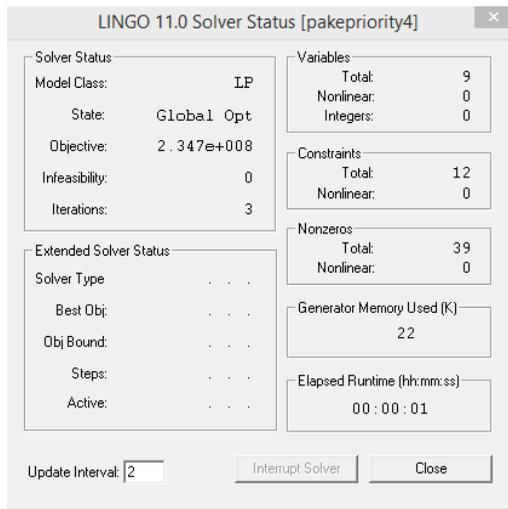
Global optimal solution found.

Objective value: 0.2346998E+09
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 3

Variable	Value	Reduced Cost
D1	1215400.	0.000000
D2	1169333.	0.000000
D3	0.5002653E+09	0.000000
D4	35080.00	0.000000
D5	3090.000	0.000000
D6	6845333.	0.000000
X1	501333.3	0.000000
X2	83333.33	0.000000
X3	83333.33	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2346998E+09	-1.000000
2	0.000000	-0.1390000
3	0.000000	-0.8900000E-01
4	0.000000	0.4670000
5	0.000000	-0.4300000E-01
6	0.000000	-0.1450000
7	0.000000	-0.1170000
8	0.000000	-2413.689
9	2000.000	0.000000
10	418000.0	0.000000
11	0.000000	-139.8421
12	0.000000	-46.99330

- Sesi 4 (Juli – Agustus)



Hasil solver dengan menggunakan Lingo

Global optimal solution found.
 Objective value: 0.2346998E+09
 Infeasibilities: 0.000000
 Total solver iterations: 3

Variable	Value	Reduced Cost
D1	1215400.	0.000000
D2	1169333.	0.000000
D3	0.5002653E+09	0.000000
D4	35080.00	0.000000
D5	3090.000	0.000000
D6	6845333.	0.000000
X1	501333.3	0.000000
X2	83333.33	0.000000
X3	83333.33	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2346998E+09	-1.000000
2	0.000000	-0.1390000
3	0.000000	-0.8900000E-01
4	0.000000	0.4670000
5	0.000000	-0.4300000E-01
6	0.000000	-0.1450000
7	0.000000	-0.1170000
8	0.000000	-2413.689
9	2000.000	0.000000
10	418000.0	0.000000
11	0.000000	-139.8421
12	0.000000	-46.99330

- Sesi 5 (Bulan September – Oktober)

LINGO 11.0 Solver Status [pakepriority5]

Solver Status Model Class: IP State: Global Opt Objective: 2.347e+008 Infeasibility: 0 Iterations: 3		Variables Total: 9 Nonlinear: 0 Integers: 0	
Extended Solver Status Solver Type: . . . Best Obj: . . . Obj Bound: . . . Steps: . . . Active: . . .		Constraints Total: 12 Nonlinear: 0	
		Nonzeros Total: 39 Nonlinear: 0	
		Generator Memory Used (K) 22	
		Elapsed Runtime (hh:mm:ss) 00:00:02	
Update Interval: 2		<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

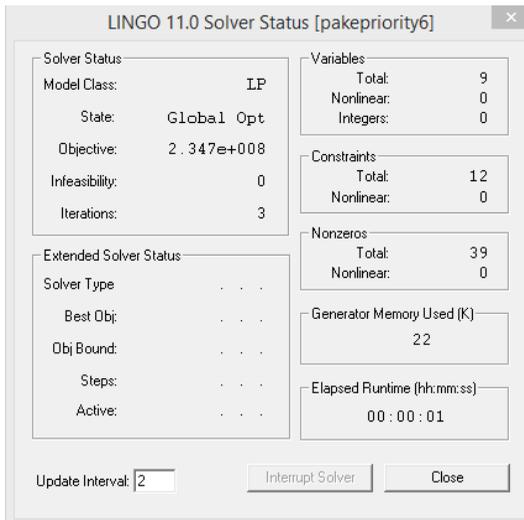
Hasil solver dengan menggunakan Lingo

Global optimal solution found.
 Objective value: 0.2346998E+09
 Infeasibilities: 0.000000
 Total solver iterations: 3

Variable	Value	Reduced Cost
D1	1215400.	0.000000
D2	1169333.	0.000000
D3	0.5002653E+09	0.000000
D4	35080.00	0.000000
D5	3090.000	0.000000
D6	6845333.	0.000000
X1	501333.3	0.000000
X2	83333.33	0.000000
X3	83333.33	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2346998E+09	-1.000000
2	0.000000	-0.1390000
3	0.000000	-0.8900000E-01
4	0.000000	0.4670000
5	0.000000	-0.4300000E-01
6	0.000000	-0.1450000
7	0.000000	-0.1170000
8	0.000000	-2413.689
9	2000.000	0.000000
10	418000.0	0.000000
11	0.000000	-139.8421
12	0.000000	-46.99330

- Sesi 6 (Bulan Januari – Februari)



Hasil solver dengan menggunakan Lingo

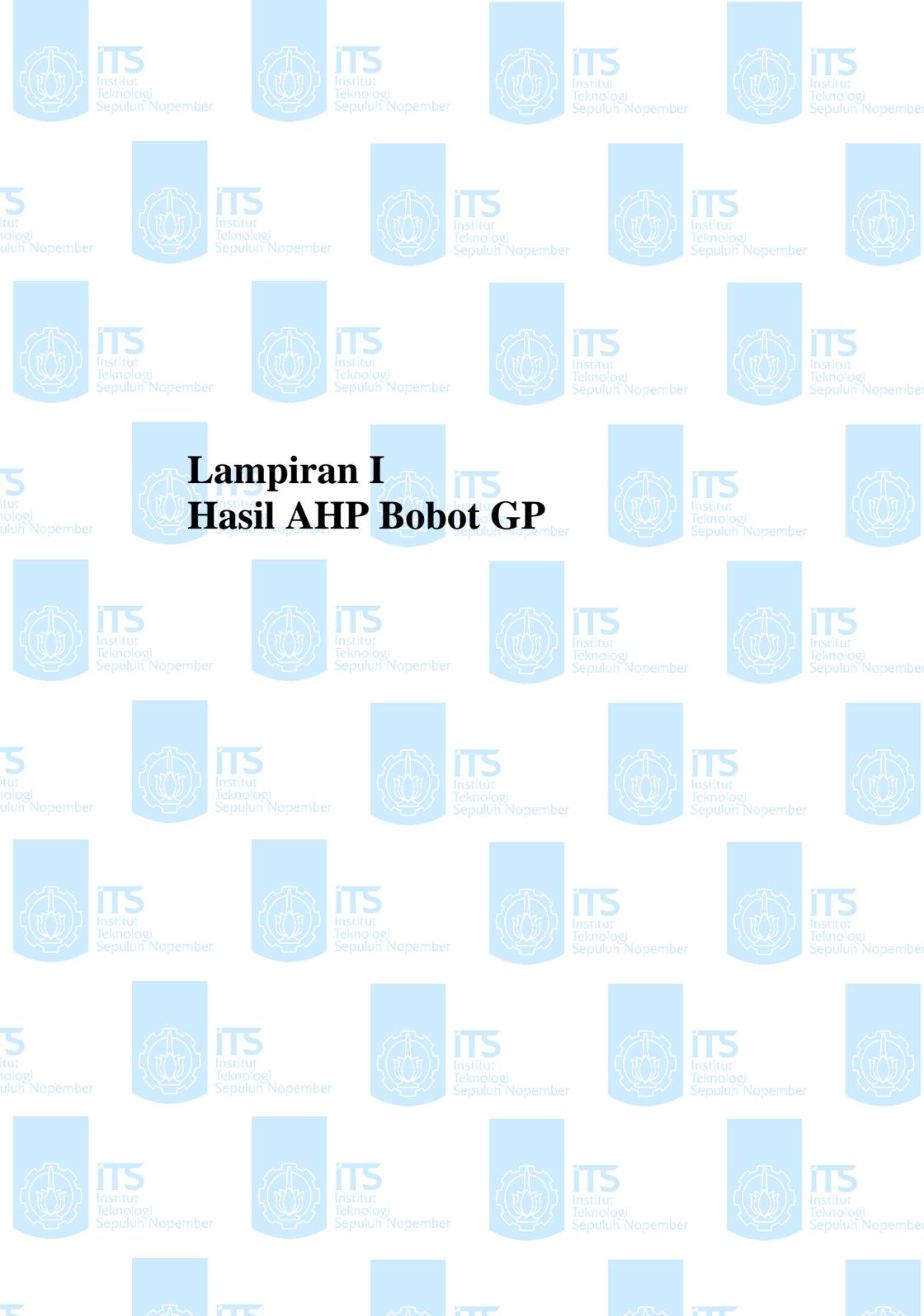
Global optimal solution found.

Objective value: 0.2346998E+09
 Infeasibilities: 0.000000
 Total solver iterations: 3

Variable	Value	Reduced Cost
D1	1215400.	0.000000
D2	1169333.	0.000000
D3	0.5002653E+09	0.000000
D4	35080.00	0.000000
D5	3090.000	0.000000
D6	6845333.	0.000000
X1	501333.3	0.000000
X2	83333.33	0.000000
X3	83333.33	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.2346998E+09	-1.000000
2	0.000000	-0.1390000
3	0.000000	-0.8900000E-01
4	0.000000	0.4670000
5	0.000000	-0.4300000E-01
6	0.000000	-0.1450000
7	0.000000	-0.1170000
8	0.000000	-2413.689
9	2000.000	0.000000
10	418000.0	0.000000
11	0.000000	-139.8421
12	0.000000	-46.99330

Halaman ini sengaja dikosongkan

The background of the page is a repeating pattern of the ITS logo. Each logo consists of a stylized white gear with a lotus flower inside, set against a light blue shield-like shape. To the right of the gear is the text "ITS" in a bold, sans-serif font, followed by "Institut Teknologi Sepuluh Nopember" in a smaller, regular font.

Lampiran I Hasil AHP Bobot GP

Lampiran I.**Perbandingan Kriteria**

Criteria	Quality	Cost	Capability
Quality	1	8.333333333	6.666666667
Cost	0.12	1	2.177777778
Capability (Deliv Time)	0.15	0.459183673	1
Sum	1.27	9.792517007	9.844444444

Normalisasi dan Hasil Bobot Kriteria

Criteria	Quality	Cost	Capability	Bobot
Quality	0.787401575	0.850989927	0.677200903	0.771864
Cost	0.094488189	0.102118791	0.221218962	0.139275
Capability (Deliv Time)	0.118110236	0.046891282	0.101580135	0.088861

Tes Konsistensi Kriteria

Criteria	Quality	Cost	Capability	Sum	Consistency
Quality	0.771864	1.160628	0.5924036	2.524895	3.27116562
Cost	0.092624	0.139275	0.1935185	0.425418	3.05450788
Capability (Deliv Time)	0.11578	0.063953	0.0888605	0.268593	3.02263623
					3.11610325

$$CI = 0.058 \quad CR = 0.1$$

Perbandingan SubKriteria

Sub Criteria	Quality			
	CV	Ash	Sulfur	HGI
CV	1	7.666667	4	5
Ash	0.125	1	0.288889	0.244444
Sulfur	0.25	3.461538	1	1.666667
HGI	0.2	4.090909	0.6	1
Sum	1.575	16.21911	5.888889	7.911111

Normalisasi dan Hasil Bobot Kriteria

Sub Criteria	Quality				Bobot
	CV	Ash	Sulfur	HGI	
CV	0.634921	0.472693	0.679245	0.632022	0.60472
Ash	0.079365	0.061656	0.049057	0.030899	0.055244
Sulfur	0.15873	0.213423	0.169811	0.210674	0.18816
HGI	0.126984	0.252228	0.101887	0.126404	0.151876

Tes Konsistensi Kriteria

Sub Criteria	Quality				Sum	Konsistensi
	CV	Ash	Sulfur	HGI		
CV	0.6047	0.4235	0.7526	0.7593	2.540276	4.200745
Ash	0.0756	0.0552	0.0543	0.0371	0.222317	4.024262
Sulfur	0.1512	0.1912	0.1881	0.2531	0.783696	4.165054
HGI	0.1209	0.2259	0.1128	0.1518	0.611714	4.027727
						4.104447

$$CI = 0.034 \quad CR = 0.038$$

Bobot Akhir Keseluruhan

CV	0.467
Sulfur	0.145
Cost	0.139
HGI	0.117
Capability (Deliv Time)	0.089
Ash	0.043