



TUGAS AKHIR – TI 141501

**PENERAPAN *GAME THEORY* SEBAGAI SOLUSI
PEMBERDAYAAN SUMUR POMPA DALAM UNTUK
PROSES IRIGASI PERTANIAN DI KABUPATEN MADIUN**

MAKRUF NUR HIDAYAT
NRP 2512 100 095

Dosen Pembimbing
Erwin Widodo, S.T, M.Eng, Dr.Eng
NIP : 197405171999031002

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT – TI 141501

**GAME THEORY APPLICATION AS SOLUTION OF GROUND
PUMP WATER EMPOWERMENT FOR THE PROCESS OF
AGRICULTURAL IRRIGATION IN KABUPATEN MADIUN**

MAKRUF NUR HIDAYAT
NRP 2512 100 095

Supervisor
Erwin Widodo, S.T, M.Eng, Dr.Eng
NIP : 197405171999031002

DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN *GAME THEORY* SEBAGAI SOLUSI PEMBERDAYAAN SUMUR POMPA DALAM UNTUK PROSES IRIGASI PERTANIAN DI KABUPATEN MADIUN

TUGAS AKHIR

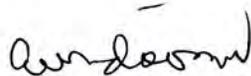
Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :

MAKRUF NUR HIDAYAT

NRP 2512 100 095

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :
Dosen Pembimbing



Erwin Widada, S.T., M.Eng, Dr.Eng

NIP. 19740517199031002



PENERAPAN *GAME THEORY* SEBAGAI SOLUSI PEMBERDAYAAN SUMUR POMPA DALAM UNTUK PROSES IRIGASI PERTANIAN DI KABUPATEN MADIUN

Nama Mahasiswa : Makruf Nur Hidayat
NRP : 2512100095
Jurusan : Teknik Industri
Pembimbing : Erwin Widodo, ST, M. Eng, Dr. Eng

ABSTRAK

Pertanian adalah sektor pekejaan penting bagi daerah – daerah di Indonesia. Salah satunya adalah bagi daerah Kabupaten Madiun dimana sebagian besar penduduk Kabupaten Madiun bekerja di sektor ini. Salah satu proses yang penting didalam pertanian adalah irigasi. Di Kabupaten Madiun petani menggunakan 2 teknologi untuk sistem irigasi pompa yaitu sumur pantek dan Sumur Pompa Dalam. Sumur Pompa Dalam penting untuk diberdayakan karena lebih ekonomis dibandingkan sumur pantek dan tidak menyebabkan air dipermukaan tanah dangkal turun secara drastis. Meskipun demikian, Sumur Pompa Dalam belum diberdayakan secara menyeluruh oleh masyarakat di Kabupaten Madiun. Untuk melakukan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam, ada tiga *stakeholder* utama yang harus diperhatikan yaitu Dinas PU dan Pengairan, Kelompok Tani dan Himpunan Petani Pemakai Air (HIPPA). Oleh karena itu, penelitian ini akan menerapkan metode *game theory* untuk memberikan alternatif solusi unuk pemberdayaan Sumur Pompa Dalam. Konsep permodelan sistem juga digunakan pada penelitian ini untuk membangun model permasalahan tersebut yang bersifat kompleks.

Penelitian ini dimulai dengan membuat model pemberdayaan Sumur Pompa Dalam. Model ini dibuat melalui 3 tahap. Tahap pertama dilakukan pembuatan model konseptual dengan menggunakan *influence diagram*. Tahap kedua dilakukan formulasi model dengan menggunakan *software excell*. Tahap ketiga dilakukan verifikasi dan validasi model. Setelah model pemberdayaan Sumur Pompa Dalam selesai, selanjutnya dilakukan pembuatan model *game theory*. Model ini dibuat melalui 3 tahap. Tahap pertama dilakukan formulasi alternatif strategi. Tahap kedua dilakukan formulasi alternatif skenario. Tahap ketiga dilakukan *running* hasil skenario. Setelah kedua model tersebut jadi, selanjutnya dilakukan formulasi *matrix payoff*. *Matrix payoff* ini selanjutnya diolah dengan *software gambit* untuk mendapatkan *Nash equilibrium point*. *Nash equilibrium point* yang diperoleh selanjutnya dianalisis. Hasil dari analisis yang dilakukan diketahui bahwa skenario pengambilan keputusan yang sebaiknya dipilih adalah skenario 40.

Kata Kunci : *Game Theory, Nash Equilibrium Point, Influence Diagram, Software Gambit, Formulasi Model.*

GAME THEORY APPLICATION AS SOLUTION OF GROUND PUMP WATER EMPOWERMENT FOR THE PROCESS OF AGRICULTURAL IRRIGATION IN KABUPATEN MADIUN

Student's Name : Makruf Nur Hidayat
Student's ID : 2512100095
Departement : Industrial Engineering
Supervisor : Erwin Widodo, ST, M. Eng, Dr. Eng

ABSTRACT

Agriculture is an important job's sector for the regions in Indonesia. One is the area that known as Kabupaten Madiun where the most residents working in this sector. One important process in agriculture is irrigation. In Kabupaten Madiun farmer uses two technologies to pump irrigation systems that is diesel pump and ground pump water. Ground pump water is important to be empowered because it is more economical than diesel pump and does not cause water in the surface of groundwater drops drastically. Nonetheless, the ground pump water yet empowered thoroughly by the community in Kabupaten Madiun. To empower the ground pump water, there are three main stakeholders who should be noted that is Dinas PU dan Pengairan, Kelompok Tani and Himpunan Petani Pemakai Air (HIPPA). Therefore, this study will apply game theory to provide an alternative solution under the empowerment of the ground pump water. The concept of modeling systems are also used in this research to construct a model of these problems that are complex.

This research begins by making a model of ground pump water empowerment. This model was made through three stages. The first step is making conceptual model using influence diagrams. The second stage is formulation of the model using excel software. The third stage is verification and validation of the model. After the ground pump water empowerment model is complete, then do the modeling game theory. This model was made through three stages. The first stage is formulation of strategic alternatives. The second stage is formulation of alternative scenarios. The third stage is done running the scenario outcomes. After these two models were constructed, then construct the payoff matrix formulation. After that, Payoff matrix was processed by software gambit to get Nash equilibrium point. Then Nash equilibrium point were analyzed. The results of the analysis is known that the decision-making scenarios that should be selected is the scenario 40.

Keywords : Game Theory, Nash Equilibrium Point, Influence Diagram, Software Gambit Software, Model Formulation.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Batasan dan Asumsi	5
1.5.1 Batasan	5
1.5.2 Asumsi	6
1.6 Sistematika Penulisan Penelitian	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Pertanian	9
2.1 Irigasi	10
2.1.1 Jenis – Jenis Sistem Irigasi	11
2.1.2 Penggunaan Sumur Pompa Dalam untuk Proses Irigasi	12
2.3 Permodelan Sistem	13
2.3.1 <i>Influence Diagram</i>	13
2.3.2 Konsep Pengujian Model	14

2.4 Estimasi HPP	15
2.5 <i>Game Theory</i>	17
2.5.1 Tipe – Tipe Game	18
2.5.2 Teknik Menentukan Solusi <i>Game Theory</i> dengan <i>Nash Equilibrium Point</i>	19
BAB 3 METODOLOGI	21
3.1 Tahap Pengembangan model pemberdayaan Sumur Pompa Dalam	21
3.1.1 Identifikasi Variabel	21
3.1.2 Formulasi Model Konseptual	22
3.1.3 Pengumpulan Data.....	22
3.1.4 Formulasi Model Matematis.....	22
3.1.5 Verifikasi dan Validasi	22
3.2 Tahap Pengembangan Model <i>game Theory</i>	22
3.3.1 Formulasi Alternatif Strategi	22
3.3.2 Formulasi dan <i>Running</i> Alternatif Skenario	22
3.3.3 Formulasi <i>Matrix Payoff</i>	23
3.3 Tahap Analisis Model <i>Game Theory</i>	23
3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran	23
BAB 4 PENGEMBANGAN MODEL	25
4.1 Pengembangan Model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam	25
4.1.1 Pembuatan Model Konseptual.....	25
4.1.2 Formulasi Model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam.....	27
4.1.3 Verifikasi dan Validasi	44
4.2 Pengembangan Model <i>Game Theory</i>	53
4.2.1 Formulasi Alternatif Strategi	53
4.2.2 Formulasi Alternatif Skenario	55

4.2.3 Hasil <i>Running</i> Skenario.....	60
BAB 5 ANALISIS	67
5.1 Payoff Matrix Formulation	67
5.2 Analisis Equilibrium <i>Point</i>	70
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	75
6.1 Kesimpulan	75
6.2 Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN.....	79
BIODATA PENULIS	87

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Kondisi Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam	29
Tabel 4. 2 Formulasi Kondisi Pemberdayaan Sumur pompa dalam	30
Tabel 4. 3 Jumlah Sumur Pompa Dalam dan Kebutuhan Air	31
Tabel 4. 4 Formulasi Jumlah Sumur Pompa Dalam dan Kebutuhan Air	33
Tabel 4. 5 Teknologi Irigasi Sumur Pompa Dalam dan Sumur Pantek	34
Tabel 4. 6 Formulasi Teknologi Irigasi Sumur Pompa Dalam dan Sumur Pantek	35
Tabel 4. 7 Penentuan Tarif Sumur Pompa Dalam.....	36
Tabel 4. 8 Formulasi Penentuan Tarif Sumur Pompa Dalam	37
Tabel 4. 9 Penentuan Biaya Irigasi	38
Tabel 4. 10 Formulasi Penentuan Biaya Irigasi	39
Tabel 4. 11 Keuntungan Operasional Sumur Pompa Dalam	40
Tabel 4. 12 Formulasi Penentuan Keuntungan Operasional Sumur Pompa Dalam	41
Tabel 4. 13 Anggaran Tambahan oleh Dinas PU dan Pengairan.....	42
Tabel 4. 14 Formulasi Anggaran Tambahan oleh Dinas PU dan Pengairan.....	43
Tabel 4. 15 Alternatif Strategi Dinas PU dan Pengairan	53
Tabel 4. 16 Alternatif Strategi Kelompok Tani	54
Tabel 4. 17 Alternatif Strategi HIPPA	55
Tabel 4. 18 Skenario Pengambilan Keputusan	56
Tabel 4. 19 Komponen – Komponen Utama yang Mempengaruhi <i>value</i> bagi Masing – Masing Stakeholder dari Hasil <i>Running</i> Skenario dengan Menggunakan Model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam	61
Tabel 4. 20 Hasil <i>Running</i> Skenario Pengambilan Keputusan dengan Model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Persentase Pekerjaan untuk Penduduk di Indonesia Usia > 15 Tahun di Kabupaten Madiun (Sumber : Badan Pusat Statistik, 2014).....	2
Gambar 1. 2 Salah satu bangunan Sumur Pompa Dalam di Kabupaten Madiun....	3
Gambar 2. 1 Komponen – Komponen <i>Influence Diagram</i>	14
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	23
Gambar 4. 1 <i>Influence Diagram</i> Model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam	26
Gambar 4. 2 <i>Interface</i> Model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam.....	28
Gambar 4. 3 Grafik Perubahan Anggaran Tambahan Terhadap kenaikan Jumlah Mediasi oleh Dinas PU dan Pengairan.....	45
Gambar 4. 4 Grafik Perubahan Biaya Irigasi Terhadap kenaikan Jumlah Mediasi oleh Dinas PU dan Pengairan.....	45
Gambar 4. 5 Grafik Perubahan Keuntungan Terhadap kenaikan Jumlah Mediasi oleh Dinas PU dan Pengairan.....	46
Gambar 4. 6 Grafik Perubahan Anggaran Tambahan Terhadap Kenaikan Persentase Penggunaan Sumur Pompa Dalam oleh Kelompok Tani.....	47
Gambar 4. 7 Grafik Perubahan Biaya Irigasi Terhadap Kenaikan Persentase Penggunaan Sumur Pompa Dalam oleh Kelompok Tani.....	47
Gambar 4. 8 Grafik Perubahan Keuntungan Terhadap Kenaikan Persentase Penggunaan Sumur Pompa Dalam Oleh Kelompok Tani.....	48
Gambar 4. 9 Grafik Perubahan Anggaran Tambahan Terhadap Kenaikan Profit Margin oleh HIPPA	49
Gambar 4. 10 Grafik Perubahan Biaya Irigasi Terhadap Kenaikan Profit Margin oleh HIPPA	49
Gambar 4. 11 Grafik Perubahan Keuntungan Terhadap Perubahan Profit Margin oleh HIPPA	50
Gambar 4. 12 Uji Kondisi ekstrim dengan dengan profit margin 500%.	51
Gambar 4. 13 Uji Kondisi Ekstrim dengan Profit margin -100%.....	52
Gambar 4. 14 Formulasi Alternatif Skenario.....	56

Gambar 5. 1 Formulasi <i>Matrix Payoff</i> dengan Model <i>Extensive Game</i>	67
Gambar 5. 2 Formulasi <i>Matrix Payoff</i> dengan Model <i>Strategic Game</i>	69
Gambar 5. 3 Penentuan Equilibrium Point dengan Software Gambit.	70
Gambar 5. 4 Hasil Komputasi <i>Pure Nash Equilibrium</i> yang didapat dari <i>Software Gambit</i>	71
Gambar 5. 5 <i>Nash Equilibrium Point</i> dari Hasil Komputasi <i>Software Gambit</i>	72

BAB 1

PENDAHULUAN

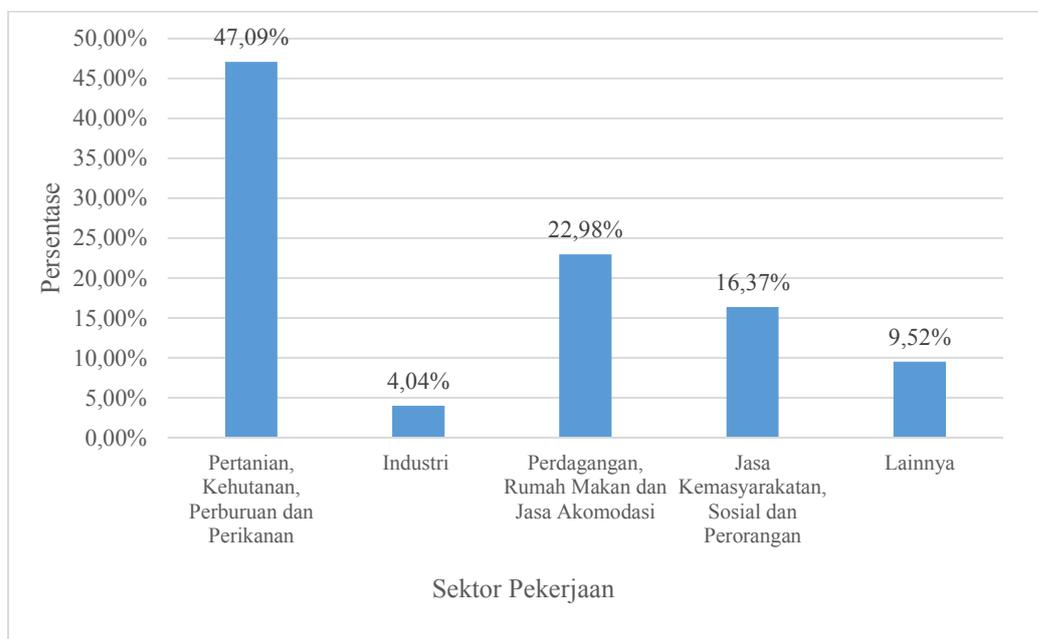
Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan, asumsi dan sistematika penulisan laporan.

1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan salah satu sektor lapangan pekerjaan yang penting bagi daerah – daerah di Indonesia. Menurut data dari BPS tahun 2014, sebesar 34 % masyarakat Indonesia bekerja pada sektor tersebut. Persentase tersebut merupakan persentase yang paling besar jika dibandingkan dengan sektor lapangan pekerjaan yang lain. Pada tahun 2014 jumlah penduduk di Indonesia yang bekerja dengan usia diatas 15 tahun mencapai 114.628.026 jiwa (BPS, 2014). Dengan demikian, sekitar 38.973.033 penduduk di Indonesia bekerja di sektor pertanian. Dari jumlah tersebut, Provinsi Jawa Timur adalah Provinsi dengan persentase terbesar yang penduduknya bekerja di sektor pertanian. Persentase penduduk di Provinsi Jawa Timur yang bekerja di sektor pertanian sebesar 18,63 %. Dengan kata lain sebesar 7.261.367 penduduk di Indonesia yang bekerja di sektor pertanian berlokasi di Jawa Timur.

Salah satu daerah di Jawa Timur yang penduduknya banyak bekerja di sektor pertanian adalah Kabupaten Madiun. Kabupaten Madiun memiliki luas wilayah sebesar 101.086 Ha. Secara administratif pemerintahan, Kabupaten Madiun terbagi menjadi 15 kecamatan, 8 kelurahan dan 198 desa. Kabupaten Madiun memiliki luas area persawahan sebesar 30.951 Ha, tegal sebesar 7.091,54 Ha, perkebunan sebesar 2.472 Ha dan hutan negara sebesar 4.0511 Ha (Pemkab Madiun, 2016). Dari 7.261.367 penduduk di Jawa Timur yang bekerja di bidang pertanian, sebesar 165.060 atau 2,27 % berada di Kabupaten Madiun. Jumlah ini berada di atas rata – rata daerah di Jawa timur yaitu sebesar 91.916 untuk pekerja yang bekerja disektor pertanian. Pada tahun 2014, jumlah pekerja di Kabupaten Madiun dengan usia diatas 15 tahun mencapai 350.522 jiwa (BPS, 2014). Dengan kata lain, sektitar 47 % penduduk di daerah ini bekerja di sektor pertanian. Gambar

1.1 berikut ini merupakan grafik persentase pekerjaan untuk penduduk berusia diatas 15 tahun di Kabupaten Madiun.



Gambar 1. 1 Grafik Persentase Pekerjaan untuk Penduduk di Indonesia Usia > 15 Tahun di Kabupaten Madiun (Sumber : Badan Pusat Statistik, 2014)

Salah satu proses yang penting dalam sektor pertanian adalah proses irigasi. Proses irigasi dilakukan untuk mencukupi kebutuhan air tanaman. Proses tersebut harus dilakukan karena tanaman membutuhkan air yang cukup untuk proses pertumbuhan dan perkembangannya (Sidharta, 1997). Di Kabupaten Madiun petani melakukan proses irigasi pertanian dengan menggunakan sistem gravitasi. Dalam sistem irigasi gravitasi, sumber air diambil dari permukaan bumi (Sidharta, 1997). Contoh sistem irigasi gravitasi yang digunakan petani di Kabupaten Madiun antara lain air sungai dan waduk. Selain itu petani di Kabupaten Madiun juga menggunakan sistem irigasi pompa. Sistem irigasi pompa dilakukan apabila sistem irigasi gravitasi tidak dapat mencukupi kebutuhan air (Sidharta, 1997). Kondisi ini terjadi di beberapa daerah di Kabupaten Madiun baik musim kemarau maupun musim penghujan. Contoh sistem irigasi pompa yang digunakan petani di Kabupaten Madiun antara lain sumur pantek dan Sumur Pompa Dalam.

Sumur Pompa Dalam adalah salah satu sistem irigasi pompa di Kabupaten Madiun yang penting untuk diberdayakan. Hal tersebut dikarenakan Sumur Pompa Dalam memiliki kelebihan dibandingkan sumur pantek milik petani (Ihsanudin, 2016). Kelebihan yang pertama, Sumur Pompa Dalam tidak menyebabkan permukaan air tanah dangkal turun secara signifikan (Ihsanudin, 2016). Itu terjadi karena Sumur Pompa Dalam mengambil air tanah pada kedalaman lebih dari 100 meter dibawah permukaan tanah. Kondisi tersebut berbeda dengan sumur pantek milik petani yang hanya mengambil air dari permukaan tanah yang dangkal. Kelebihan yang kedua, Sumur Pompa Dalam lebih menghemat waktu dan biaya untuk proses irigasi (Ihsanudin, 2016). Itu terjadi karena debit air Sumur Pompa Dalam lebih besar dibandingkan dengan sumur pantek milik petani.



Gambar 1. 2 Salah satu bangunan Sumur Pompa Dalam di Kabupaten Madiun

Meskipun pemberdayaan Sumur Pompa Dalam untuk proses irigasi pertanian penting, petani di Kabupaten Madiun masih belum menggunakan Sumur Pompa Dalam seluruhnya. Masih terdapat Sumur Pompa Dalam yang dapat beroperasi tetapi tidak digunakan oleh petani. Karena memiliki berbagai kelebihan dibandingkan dengan sumur pantek milik petani, seharusnya Sumur Pompa Dalam dapat diberdayakan. Untuk melakukan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam ada beberapa hal yang perlu diperhatikan. Pertama, terdapat beberapa *stakeholder* yang terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam tersebut. *Stakeholder* tersebut

antara lain Dinas PU dan Pengairan, Kelompok Tani dan Himpunan Petani Pemakai Air (Ihsanudin, 2016). Keputusan yang diambil oleh masing – masing *stakeholder* akan berpengaruh terhadap *stakeholder* yang lain. Kedua, sistem permasalahan terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam ini bersifat kompleks. Ini terjadi karena pada permasalahan tersebut terdapat berbagai *variabel* yang saling berkaitan didalam melakukan penentuan *value* bagi masing – masing *stakeholder* terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini mencoba untuk menerapkan konsep *game theory* dengan karakteristik *n-player non zero sum game* untuk merekomendasikan keputusan yang dapat memberikan *win - win solution* bagi Dinas PU dan Pengairan, Kelompok Tani dan Himpunan Petani Pemakai Air terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam untuk proses irigasi pertanian di Kabupaten Madiun. Selain itu, untuk menentukan *value* bagi masing – masing *stakeholder* terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam akan digunakan konsep permodelan sistem. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat khususnya bagi Dinas PU dan Pengairan, Kelompok Tani dan Himpunan Petani Pengguna Air terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam untuk proses irigasi pertanian di Kabupaten Madiun.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini akan menerapkan *game theory* dengan karakteristik *N - player non zero sum game* untuk memformulasikan alternatif keputusan dan merekomendasikan keputusan yang dapat memberikan *win-win solution* bagi Dinas PU dan Pengairan, Kelompok Tani dan Himpunan Petani Pemakai Air (HIPPA) terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam untuk proses irigasi pertanian di Kabupaten Madiun. Untuk menentukan *value* yang akan didapat oleh masing – masing *stakeholder* terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam akan digunakan konsep permodelan sistem.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun model yang merepresentasikan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam untuk proses irigasi pertanian di Kabupaten Madiun.
2. Memformulasikan alternatif keputusan dengan karakteristik *N – player non zero sum game* terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam.
3. Mengevaluasi performansi masing – masing skenario pengambilan keputusan dari masing –masing *stakeholder*.
4. Merekomendasikan keputusan yang dapat memberikan *win-win solution* bagi *stakeholder* terkait dengan menggunakan analisis *pure nash equilibrium point*.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dinas PU dan Pengairan dapat menggunakan rekomendasi penelitian ini sebagai dasar pengambilan keputusan terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam untuk proses irigasi pertanian.
2. Penelitian ini dapat dijadikan referensi oleh Dinas PU dan Pengairan untuk melakukan mediasi kepada petani terkait dengan pentingnya pemberdayaan Sumur Pompa Dalam.
3. Menjalin hubungan baik antara Pemerintah Daerah Kabupaten Madiun dengan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya terkait dengan permasalahan irigasi dan permasalahan lainnya.

1.5 Batasan dan Asumsi

Pada bagian ini akan dijelaskan batasan dan asumsi dari penelitian ini. Berikut ini adalah batasan dan asumsi pada penelitian ini :

1.5.1 Batasan

Batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Objek amatan penelitian ini adalah wilayah pertanian di Kabupaten Madiun yang memiliki Sumur Pompa Dalam.

2. Pengembangan keputusan *game* dilihat dari sudut pandang tiga *stakeholder* yaitu Dinas PU dan Pengairan, Kelompok Tani, dan Himpunan Petani Pemakai Air (HIPPA).
3. Jumlah skenario dalam model *game theory* sebanyak 48 skenario

1.5.2 Asumsi

Asumsi pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kebutuhan air per hektar petani di Kabupaten Madiun dalam satu musim tanam tidak mengalami perbedaan yang signifikan.
2. Biaya *maintenance* Sumur Pompa Dalam tidak mengalami perbedaan yang signifikan.
3. Harga bahan bakar solar tidak mengalami fluktuasi yang signifikan.

1.6 Sistematika Penulisan Penelitian

Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 Pendahuluan

Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan, asumsi, dan sistematika penulisan laporan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Bagian ini menjelaskan tentang definisi dan teori yang digunakan dalam penelitian ini. Tinjauan pustaka ini digunakan sebagai dasar untuk memahami bahasan dalam penelitian berdasarkan buku, wawancara dan penelitian sebelumnya.

BAB 3 Metodologi

Bagian ini menjelaskan tentang detail dari kerangka dan langkah –langkah yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB 4 Pengembangan Model

Bagian ini menjelaskan tentang model yang akan dibuat dengan menggunakan pendekatan permodelan sistem dan *game theory*.

BAB 5 Analisis

Bagian ini menjelaskan mengenai analisa keputusan yang sebaiknya diambil untuk mendapatkan *win – win solution*.

BAB 6 Kesimpulan dan Saran

Bagian ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan tinjauan pustaka penelitian meliputi pertanian, irigasi, permodelan sistem, estimasi harga pokok biaya dan *game theory*.

2.1 Pertanian

Pertanian adalah suatu jenis kegiatan produksi yang berlandaskan proses pertumbuhan dari tumbuh – tumbuhan dan hewan. Pertanian dalam arti sempit disebut pertanian rakyat sedangkan dalam arti luas mencakup pertanian rakyat, kehutanan, peternakan dan perikanan (Soetrisno, Anik, & Rijanto, 2006). Terkait dengan pengertian pertanian tersebut, terdapat istilah yang disebut usahatani. Usahatani adalah kesatuan organisasi antara kerja, modal, dan pengelolaan yang ditunjukkan untuk memperoleh produksi di lapangan pertanian.

Menurut (Suratiah, 2009) secara garis besar ada dua bentuk usahatani yaitu usahatani keluarga (*family farming*) dan perusahaan pertanian (*plantation, estate, enterprise*). Di dalam usahatani juga terdapat istilah usaha tani campuran (*mixed farming*) yang meliputi berbagai macam komoditas, antara lain tanaman pangan, hortikultura (syuran, buah-buahan, tanaman hias), tanaman perkebunan, perikanan dan peternakan. Usahatani dapat diklasifikasikan menurut beberapa hal seperti corak dan sifat, organisasi, pola serta tipe usaha tani.

1. Corak dan sifat

Menurut corak dan sifat usahatani dibagi menjadi dua, yakni komersial dan *subsistence*. Usahatani komersial telah memperhatikan kualitas serta kuantitas produk sedangkan *subsistence* hanya memenuhi kebutuhan sendiri.

2. Organisasi

Menurut organisasinya, usahatani dibagi menjadi tiga, yakni :

- Usaha individual ialah usahatani yang seluruh proses dikerjakan oleh petani sendiri beserta keluarganya mulai dari perencanaan, mengolah tanah, hingga pemasaran ditentukan sendiri

- Usaha kolektif ialah usahatani yang seluruh proses produksinya dikerjakan oleh suatu kelompok kemudian hasilnya dibagi dalam bentuk natura maupun keuntungan.
- Usaha kooperatif ialah usahatani yang tiap prosesnya dikerjakan secara individual, hanya pada beberapa kegiatan yang dianggap penting dikerjakan oleh kelompok misalnya pembelian saprodi, pemberantasan hama, pemasaran hasil, dan pembuatan saluran.

3. Pola

Menurut polanya, usahatani dibagi menjadi tiga yakni :

- Usahatani khusus ialah usahatani yang hanya mengusahakan satu cabang usahatani saja, misalnya usahatani peternakan, usahatani perikanan, usahatani tanaman pangan.
- Usahatani tidak khusus ialah usahatani yang mengusahakan beberapa cabang usaha bersama –sama, tetapi dengan batas yang tegas.
- Usahatani campuran ialah usahatani yang mengusahakan beberapa cabang secara bersama – sama dalam sebidang lahan tanpa batas yang tegas., contohnya tumpang sari dan mina padi.

4. Tipe

Menurut tipenya usahatani dibagi menjadi beberapa macam berdasarkan komoditas yang diusahakan, misalnya usahatani jagung dan usahatani ayam. Tiap jenis ternak dan tanaman dapat merupakan tipe usahatani.

2.1 Irigasi

Menurut (Sidharta, 1997), irigasi adalah suatu tindakan yang bertujuan untuk menyediakan dan mengatur air untuk menunjang pertanian, dari sumber air ke daerah yang memerlukan dan mendistribusikan secara teknis dan sistematis. Adapun manfaat dari sistem irigasi adalah sebagai berikut :

- Untuk membasahi tanah, yaitu membantu pembasahan tanah pada daerah yang curah hujannya kurang atau tidak menentu.

- Untuk mengatur pembasahan tanah., yang dimaksudkan agar daerah pertanian dapat diairi sepanjang waktu, baik pada musim kemarau maupun pada musim penghujan.
- Untuk menyuburkan tanah, yaitu dengan mengalirkan air yang mengandung lumpur pada daerah pertanian sehingga tanah dapat menerima unsur – unsur penyubur.
- Untuk kolmatase, yaitu meninggikan tanah yang rendah (rawa) dengan endapan lumpur yang dikandung oleh air irigasi.
- Untuk penggelontran air di kota, yaitu dengan menggunakan air irigasi, kotoran/sampah di kota digelontor ke tempat yang telah disediakan dan selanjutnya dibasmi secara alamiah.

Pada daerah dingin, dengan mengalirkan air yang suhunya lebih tinggi daripada tanah, dimungkinkan untuk mengadakan pertanian juga pada musim tersebut.

2.1.1 Jenis – Jenis Sistem Irigasi

Irigasi terbagi menjadi tiga macam yaitu irigasi sistem gravitasi, irigasi sistem pompa, dan irigasi pasang surut (Sidharta, 1997). Berikut ini merupakan penjelasan dari ketiga macam irigasi tersebut.

1. Irigasi Sistem Gravitasi

Irigasi irigasi merupakan sistem irigasi yang telah lama dikenal dan diterapkan dalam kegiatan usaha tani. Dalam sistem irigasi ini, sumber air diambil dari air yang ada di permukaan bumi yaitu dari sungai, waduk dan danau di dataran tinggi. Pengaturan dan pembagian air irigasi menuju ke petak – petak yang membutuhkan, dilakukan secara gravitatif.

2. Irigasi Sistem Pompa

Sistem irigasi dengan pompa bisa dipertimbangkan, apabila pengambilan secara gravitatif ternyata tidak layak dari segi ekonomi maupun teknik. Cara ini membutuhkan modal kecil, namun memerlukan biaya eksploitasi yang besar.

3. Irigasi Pasang Surut

Irigasi pasang surut adalah suatu tipe irigasi yang memanfaatkan pengembangan air sungai akibat peristiwa pasang – surut air laut.

2.1.2 Penggunaan Sumur Pompa Dalam untuk Proses Irigasi

Salah satu sumber irigasi yang digunakan di Kabupaten Madiun adalah Sumur Pompa Dalam. Sumur Pompa Dalam dibangun dengan tujuan untuk membantu petani dalam menyediakan air untuk proses irigasi khususnya pada musim kemarau (Sugito, 2016). Selain itu Sumur Pompa Dalam juga dibangun dengan tujuan mengurangi jumlah sumur pantek milik petani. Sumur pantek milik petani menyebabkan turunnya permukaan air dilapisan tanah bagian atas (Ihsanudin, 2016). Estimasi biaya pembangunan Sumur Pompa Dalam adalah sekitar 700 juta. Sumur Pompa Dalam dibangun dengan urutan :

1. Usulan masuk dari kelompok tani
2. Dinas PU dan Pengairan melakukan survey lokasi
3. Dinas PU dan pengairan melakukan tes Geolistrik untuk mengetahui kandungan air.
4. Jika memenuhi persyaratan, Sumur Pompa Dalam dapat segera dibangun.

Sebelum dilakukan pembangunan Sumur Pompa Dalam terlebih dahulu dilakukan sosialisasi terhadap petani (Ihsanudin, 2016). Ketika sosialisasi dilakukan penyampaian kelebihan dari Sumur Pompa Dalam kepada petani.

Kelebihan dari Sumur Pompa Dalam antara lain :

- Sumur Pompa Dalam tidak menyebabkan permukaan air tanah turun secara signifikan karena Sumur Pompa Dalam mengambil air tanah dari kedalaman lebih dari 100 m. Hal ini berbeda dengan sumur pantek milik petani menyerap tanah hanya pada kedalaman yang dangkal. Ini menyebabkan terjadinya turunnya air di sekitar permukaan tanah.
- Sumur Pompa Dalam lebih hemat waktu untuk mengairi sawah jika dibandingkan dengan sumur pantek. Ini dikarenakan debit air Sumur Pompa Dalam yang besar.
- Sumur Pompa Dalam lebih hemat biaya karena debit air nya yang besar.

Ada beberapa *stakeholder* yang terkait dengan penggunaan Sumur Pompa Dalam *stakeholder* tersebut antara lain :

- Dinas PU dan Pengairan : bertugas melakukan pembangunan Sumur Pompa Dalam berdasarkan usulan petani yang sudah disetujui.
- Kelompok Tani : Sekumpulan petani yang memanfaatkan Sumur Pompa Dalam. Didalam satu desa terdapat beberapa pengguna Sumur Pompa Dalam.

Himpunan Petani Pemakai Air (HIPPA): Sekumpulan petani yang berwenang untuk mengelola Sumur Pompa Dalam. Didalam satu desa umumnya terdapat satu HIPPA.

2.3 Permodelan Sistem

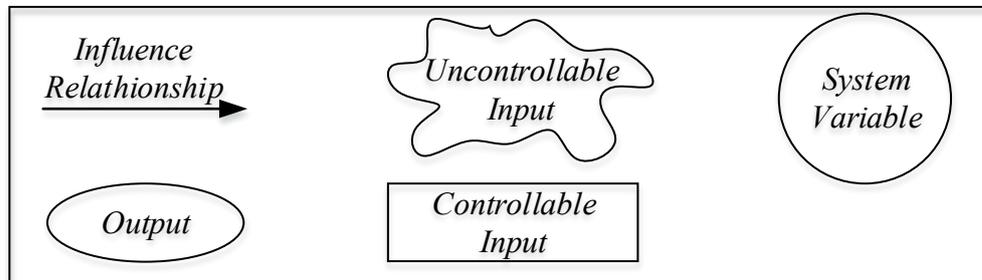
Menurut (Deallenbach & McNickle, 2005) sistem adalah sekumpulan benda, *stakeholder*, atau orang yang berhubungan satu sama lain dengan tujuan tertentu. Dalam membangun model, perlu dilakukan tahapan – tahapan sebagai berikut (Stearman, 2000) :

1. Perumusan masalah dan pemilihan batasan dunia nyata. Tahap ini meliputi kegiatan pemilihan tema yang akan dikaji, penentuan variabel kunci, rencana waktu untuk mempertimbangkan masa depan yang jadi pertimbangan serta seberapa jauh kejadian masa lalu untuk mempertimbangkan masa depan yang jadi pertimbangan serta seberapa jauh kejadian masa lalu dari akar masalah tersebut dan selanjutnya mendefinisikan masalah dinamisnya
2. Formulasi hipotesis dinamis dengan menetapkan hipotesis berdasarkan pada teori perilaku terhadap masalah dan membangun peta struktur kausal melalui gambaran model mental pemodel dengan bantuan alat-alat seperti *Causal Loop Diagram* (CLD).

2.3.1 Influence Diagram

Influence diagram adalah bentuk yang lebih formal dari *causal loop diagram*. *Influence diagram* sangat baik digunakan untuk pendekatan proses.

Komponen – komponen dari influence diagram dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2. 1 Komponen – Komponen *Influence Diagram*

Terdapat 5 komponen pada *influence diagram*. Komponen panah menunjukkan hubungan antar komonen. Komponen oval menunjukkan *output* dari sistem. Komponen tak beraturan menunjukkan *input* yang tidak bisa dikontrol dalam sistem. Komponen kotak menunjukkan *input* yang bisa dikontrol dalam sistem. Komponen bulat menunjukkan system variabel dalam sistem.

2.3.2 Konsep Pengujian Model

Untuk memastikan dan membuktikan model simulasi yang dibuat sesuai dan merepresentasikan sistem nyata maka dilakukan mekanisme pengujian model atau validasi model. Terdapat beberapa teknik pengujian yang dapat diimplementasikan pada model sistem dinamik.

- Uji Kecukupan Batasan

Uji kecukupan batasan digunakan untuk menilai kecukupan dari batasan model terhadap tujuan. Uji ini dilakukan dengan mengacu pada diagram sebab akibat. Ketika batasan model telah terbentuk melalui diagram sebab akibat, maka dilakukan pengujian terhadap tujuan model. Apabila variabel tersebut tidak memiliki pengaruh yang signifikan maka tidak perlu dimasukkan ke dalam model. Uji kecukupan batasan ini juga dapat dilakukan dengan melakukan tes apakah kebijakan rekomendasi yang diberikan akan berubah dengan memperluas batasan model (Stearman, 2000).

- Uji Struktur Model

Uji struktur model merupakan uji yang digunakan untuk menguji sejauh mana kesamaan serupa struktur model mendekati struktur sistem nyata. Kecerupaan diukur dengan sejauh mana interaksi variabel dengan model dapat menirukan interaksi sistem. Terdapat dua jenis validitas struktur yaitu validitas konstruksi dan kestabilan struktur. Validitas konstruksi yaitu keyakinan terhadap konstruksi model valid secara ilmiah atau didukung diterima secara akademis. Sedangkan kestabilan struktur yaitu kerlakuan atau kekuatan (*robustness*) struktur dalam dimensi waktu (Aminullah, 2001).

- Uji Parameter Model

Uji parameter model dilakukan untuk mengetahui konsistensi nilai parameter yang ada. Uji ini dilakukan dengan menguji perilaku nilai parameter hasil simulasi sesuai atau tidak dengan hubungan yang digambarkan melalui model konseptual atau CLD. Terdapat dua langkah dalam melakukan uji parameter model, yaitu validasi variabel *input* dan validasi logika terhadap hubungan antar variabel. Validasi variabel *input* dilakukan dengan membandingkan antara data historis dan data yang dimasukkan ke dalam model. Validasi logika antar variabel dilakukan dengan memeriksa logika dalam model, validasi logika antar variabel dilakukan dengan memeriksa logika dalam sistem baik *input* maupun *output* (Maftuhah, 2013)

- Uji Kondisi Ekstrim

Uji kondisi ekstrim dapat dilakukan dalam dua cara yaitu dengan melakukan pengecekan secara langsung pada *equation model* dan melalui simulasi. Pengecekan secara langsung pada *equation model* dilakukan dengan pemeriksaan terhadap *output* dari *equation* apabila *input* dari *equation* diberikan nilai maksimum dan minimum apakah *output* yang dihasilkan masih layak dan *feasible* atau tidak (Stearman, 2000).

2.4 Estimasi HPP

Pengelola di dalam suatu organisasi senantiasa ingin mengetahui bagaimana biaya mempengaruhi aktivitas organisasi (Hilton & Platt, 2014). Menurut (Mulyadi, 2007) harga pokok produksi adalah pengorbanan sumber ekonomi yang diukur dalam satuan uang untuk menghasilkan suatu produk. Produk merupakan *output*

dari proses produksi dapat berupa barang atau jasa. Biaya – biaya pada suatu proses produksi umumnya diakibatkan oleh biaya bahan baku dan biaya *conversion cost*. Biaya *conversion cost* merupakan semua biaya produksi yang digunakan untuk mengubah bahan baku menjadi barang jadi atau jasa.

Adapun fungsi dari harga pokok produksi menurut (Mulyadi, 2007) adalah sebagai berikut :

1. Harga pokok produksi sebagai dasar penetapan harga jual
Harga pokok produksi merupakan hal penting yang perlu diketahui oleh suatu organisasi *profitable* karena harga pokok dapat memberikan pengaruh terhadap penentuan harga jual produk.
2. Harga pokok produksi sebagai dasar penetapan laba
Apabila suatu organisasi *profitable* telah membuat perhitungan harga pokok produksi maka perusahaan dapat menetapkan laba yang diharapkan akan mempengaruhi tingkat harga jual suatu produk tertentu.
3. Harga pokok produksi sebagai dasar penetapan efisiensi
Harga pokok dapat dijadikan dasar untuk mengontrol pemakaian bahan, upah, dan biaya produksi tidak langsung. Hal ini dapat dilakukan dengan menetapkan harga pokok standar terlebih dahulu kemudian membandingkan dengan harga pokok yang aktual atau sebenarnya terjadi.
4. Harga pokok produksi sebagai dasar pengambilan keputusan manajemen
Harga pokok merupakan suatu pedoman penting sekaligus suatu dasar untuk pengambilan keputusan khusus suatu organisasi *profitable* misalnya menetapkan perubahan harga penjualan atau menetapkan penyesuaian proses produksi.

Menurut (Dewi & Kristanto, 2013) terdapat tiga unsur harga pokok produksi:

1. Biaya bahan baku langsung
Biaya bahan baku langsung merupakan biaya perolehan semua bahan yang pada akhirnya akan menjadi bagian dari objek biaya dan dapat ditelusuri oleh objek biaya dengan cara yang ekonomis.
2. Biaya tenaga kerja langsung

Biaya tenaga kerja tidak langsung merupakan biaya yang dibayar kepada tenaga kerja langsung. Istilah tenaga kerja langsung digunakan untuk tenaga kerja yang terlibat secara langsung dalam proses pengolahan bahan baku menjadi barang jadi. Biaya tenaga kerja langsung meliputi kompensasi atas seluruh tenaga kerja yang dapat ditelusuri oleh objek biaya dengan cara ekonomis.

3. Biaya *overhead*

Biaya *overhead* atau biaya produksi tidak langsung merupakan seluruh biaya terkait dengan objek biaya namun tidak dapat ditelusuri secara langsung ke objek biaya dengan cara yang ekonomis. Contoh biaya *overhead* yaitu :

- Bahan tidak langsung (*indirect material*) meliputi perlengkapan operasi, reparasi, dan kebersihan yang digunakan. Bahan tidak langsung pada dasarnya merupakan bahan pembantu atau mendukung dari kegiatan produksi.
- Biaya tenaga kerja tidak langsung (*indirect labour*) meliputi pengawas pabrik dan tenaga kerja lain seperti pesuruh, petugas reparasi, dan pengawas yang secara nyata tidak mengerjakan produk dan hasil usaha tidak mudah ditelusuri ke produk jadi.
- Biaya lainnya diluar biaya bahan baku tidak langsung dan biaya tenaga kerja tidak langsung seperti biaya sewa, pajak, asuransi dan penyusutan.

2.5 *Game Theory*

Game theory adalah suatu metode pengambilan keputusan yang melibatkan lebih dari satu pengambil keputusan dan keputusan tersebut akan mempengaruhi satu sama lain. Konsep *Game theory* mencoba untuk menstrukturkan dan menganalisis suatu permasalahan dengan cara memodelkannya. Dari model tersebut pemain dapat melihat secara lebih jelas permasalahan yang kompleks sehingga pembuatan keputusan dapat dilakukan dengan lebih baik (Turocy & Stengel, 2001). Beberapa komponen – komponen dari *Game theory* sebagai berikut:

- *Games* : Situasi interaktif dan strategis dimana terdapat konflik dan kerja sama antar pemain.

- Pemain : Pengambil keputusan didalam *game*. Pemain dapat berupa individu atau kelompok.
- Strategi : Keseluruhan kemungkinan keputusan yang dapat diambil oleh pemain dalam *game*.
- *Payoff value* : Hasil yang didapat dari keputusan yang dipilih bersama oleh pemain dalam *game*.

Salah satu asumsi dasar didalam *game theory* adalah semua pemain bersifat rasional. Pemain selalu memilih keputusan terbaik dengan hasil yang diinginkan. Pemain tidak memilih suatu keputusan berdasarkan suka atau tidak suka.

2.5.1 Tipe – Tipe Game

Secara umum terdapat dua tipe dari *game* berdasarkan reaksi antar pemain dalam *game* (Turocy & Stengel, 2001).

1. Cooperative Game : Membahas tentang jenis *game* yang memungkinkan pemain dapat bekerjasama.
2. *Non – Cooperative game* : membahas tentang analisis pemilihan strategi dimana detail dari pilihan pemain sangat penting dalam penentuan *outcome* dari *game*.

Menurut (Hidayati, 2009) *game theory* dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah pemain dan jumlah pembayaran. Berdasarkan jumlah pemain dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. *Two person game* : permainan diikuti oleh sepasang atau dua orang pemain.
2. *N – person game* : permainan diikuti oleh lebih dari dua pemain.

Sementara berdasarkan jumlah pembayaran *game theory* diklasifikasikan sebagai berikut :

1. *Zero sum game* : Permainan yang jumlah kerugian dan keuntungannya sama dengan nol
2. *Non zero sum game* : Permainan yang jumlah kerugian dan keuntungannya belum tentu sama dengan nol.

2.5.2 Teknik Menentukan Solusi *Game Theory* dengan *Nash Equilibrium Point*

Nash Equilibrium Point adalah suatu kondisi di dalam *game theory* dimana tiap-tiap pemain menggunakan strategi *best respon* dari setiap strategi yang digunakan oleh lawannya (Dutta, 1999). Ada dua persyaratan dari kondisi *nash equilibrium point* yaitu :

- Setiap pemain harus memainkan *best respon* terhadap dugaan dari strategi pemain lawan.
- Dugaan terhadap pemain lawan harus benar.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3

METODOLOGI

Pada bab ini akan dijelaskan metodologi pada penelitian ini. Metodologi pada penelitian ini dibagi menjadi 4 tahap yaitu : (1) Pengembangan model pemberdayaan Sumur Pompa Dalam, (2) Pengembangan model *game theory*, (3) analisis model *game theory*, (5) kesimpulan dan saran.

3.1 Tahap Pengembangan model pemberdayaan Sumur Pompa Dalam

Tahap ini bertujuan untuk meniru sistem pemberdayaan sumur Pompa Dalam di Kabupaten Madiun. Tahap ini berisi lima langkah yang masing – masing dijelaskan pada sub bab berikut.

3.1.1 Identifikasi Variabel

Sebelum membuat model konseptual, terlebih dahulu dilakukan proses identifikasi variabel untuk membangun sistem yang sesuai dengan kondisi eksisting. Variabel yang diidentifikasi harus sesuai dengan kondisi eksisting. Selain itu variabel yang diidentifikasi harus mempertimbangkan batasan yang telah dibuat pada penelitian ini. Proses identifikasi variabel dapat dilakukan dengan metode – metode berikut :

- Diskusi dan *interview* dengan pihak yang terkait dengan sistem irigasi pertanian di Kabupaten Madiun.
- *Study Literatur* yang berkaitan dengan sistem irigasi pertanian.

Beberapa variabel yang diidentifikasi dalam sistem ini akan berperan menjadi pengambil keputusan. Dalam penelitian ini terdapat tiga pengambil keputusan yaitu Departemen PU & Pengairan, Kelompok Tani dan Himpunan Petani Pemakai Air (HIPPA).

3.1.2 Formulasi Model Konseptual

Model konseptual dibuat dalam bentuk *influence diagram*. Model konseptual ini dibangun untuk memberikan pandangan yang lebih komprehensif mengenai sistem pemberdayaan Sumur Pompa Dalam.

3.1.3 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang berkaitan dengan sistem pemberdayaan Sumur Pompa Dalam di Kabupaten Madiun. Data tersebut dikumpulkan dari berbagai sumber seperti dinas dan petani di Kabupaten Madiun.

3.1.4 Formulasi Model Matematis

Pada tahap ini dilakukan formulasi model matematis dengan menggunakan software *Ms. Excell*. Model ini dibangun untuk mendapatkan *value* bagi masing – masing *stakeholder* terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam.

3.1.5 Verifikasi dan Validasi

Pada tahap ini dilakukan verifikasi dan validasi terhadap model pemberdayaan Sumur Pompa Dalam yang telah dibangun. Tahap ini dilakukan untuk memastikan model tersebut sudah sesuai dengan kondisi sebenarnya.

3.2 Tahap Pengembangan Model *game Theory*

Pada tahap ini, dilakukan pembuatan model *game theory* yang terdiri dari 3 tahap yang dijelaskan akan pada masing – masing sub bab berikut.

3.3.1 Formulasi Alternatif Strategi

Untuk dapat mengembangkan model yang telah dibuat, pemain harus mempunyai beberapa alternatif strategi yang dapat diimplementasikan. Strategi tersebut dapat berupa *strategic form* dan *extensive form*.

3.3.2 Formulasi dan *Running* Alternatif Skenario

Alternatif skenario dibuat dari masing – masing kombinasi strategi – strategi dari tiap – tiap pemain. Alternatif skenario ini diimplementasikan kedalam model

satu demi satu. Setelah itu dilakukan *running* skenario dan didapatkan hasil dari nilai *payoff*.

3.3.3 Formulasi *Matrix Payoff*

Setelah nilai *payoff* didapatkan dari hasil *running* model, selanjutnya *matrix payoff* dapat diformulasikan. *Matrix payoff* yang didapat merepresentasikan hasil dari keseluruhan skenario yang ada dengan suatu nilai.

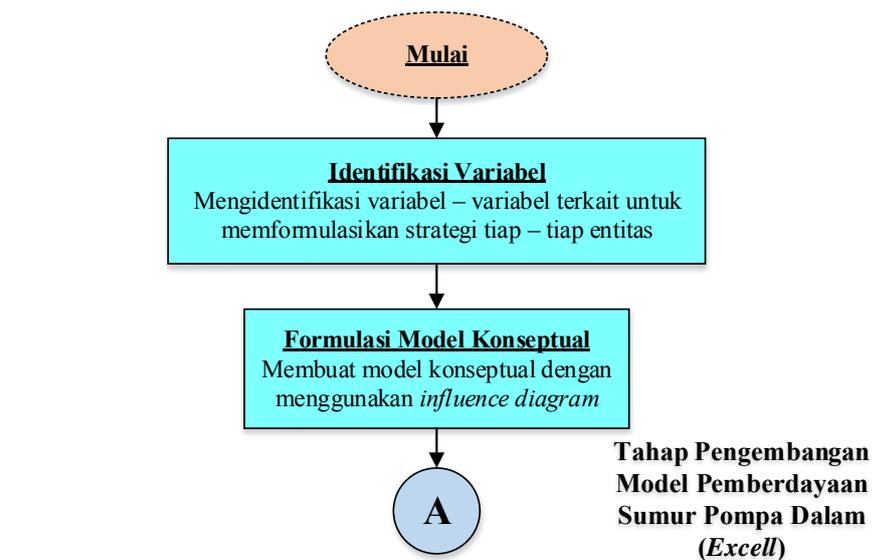
3.3 Tahap Analisis Model *Game Theory*

Setelah didapatkan *matrix payoff*, barulah metode *game theory* dapat digunakan. Metode *game theory* digunakan untuk menentukan *equilibrium point*. Setelah itu dilakukan analisis terhadap *equilibrium point* yang didapat. Analisis yang dilakukan meliputi tipe *equilibrium point* yang didapat dan dampak dari *equilibrium point* terhadap *value of the game*.

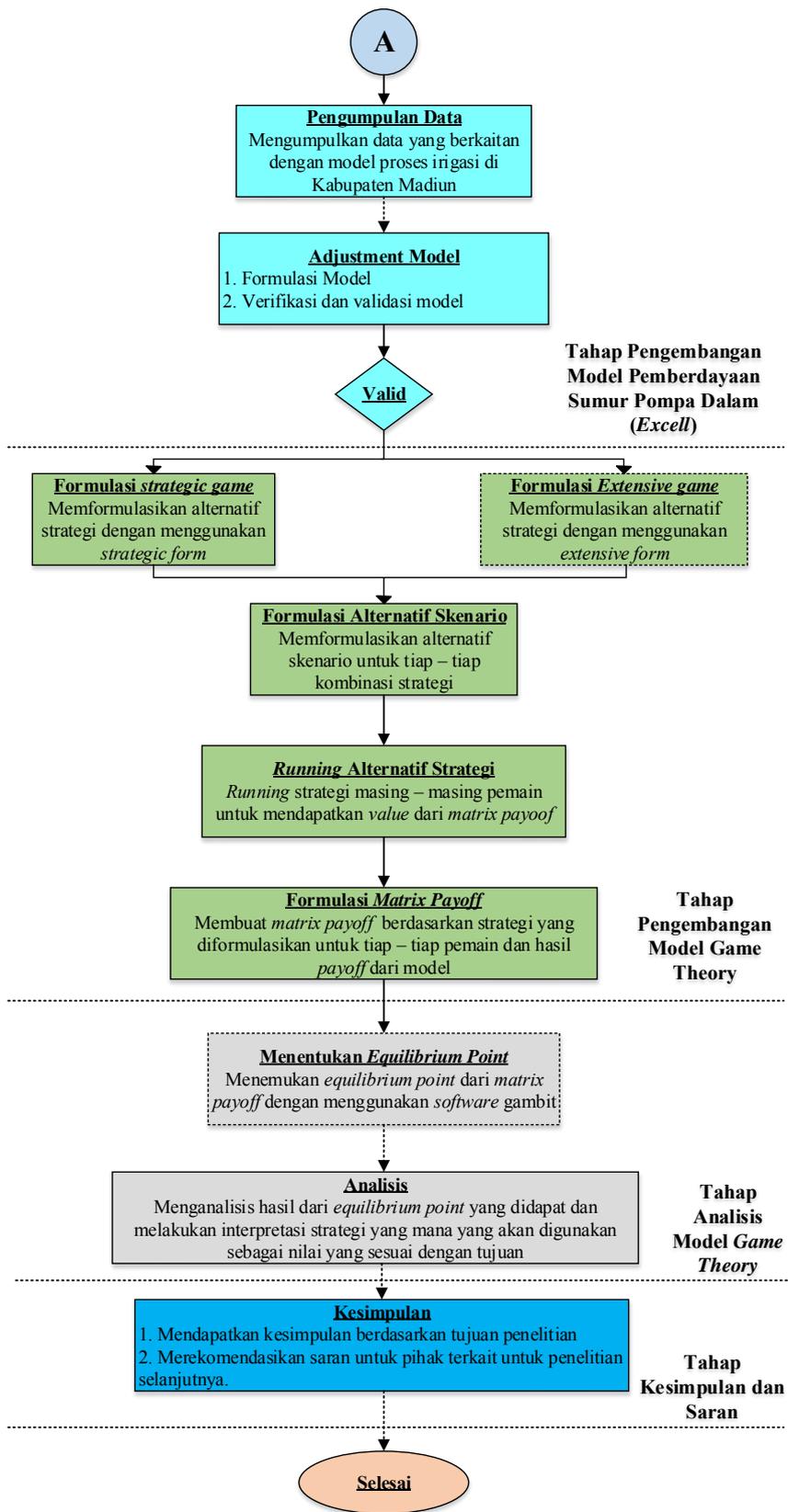
3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisis, akan didapatkan kesimpulan yang sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.

Berdasarkan langkah – langkah diatas, metodologi ini dapat direpresentasikan dalam bentuk *flowchart* seperti pada gambar 3.1 berikut



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian (Lanjutan)

BAB 4

PENGEMBANGAN MODEL

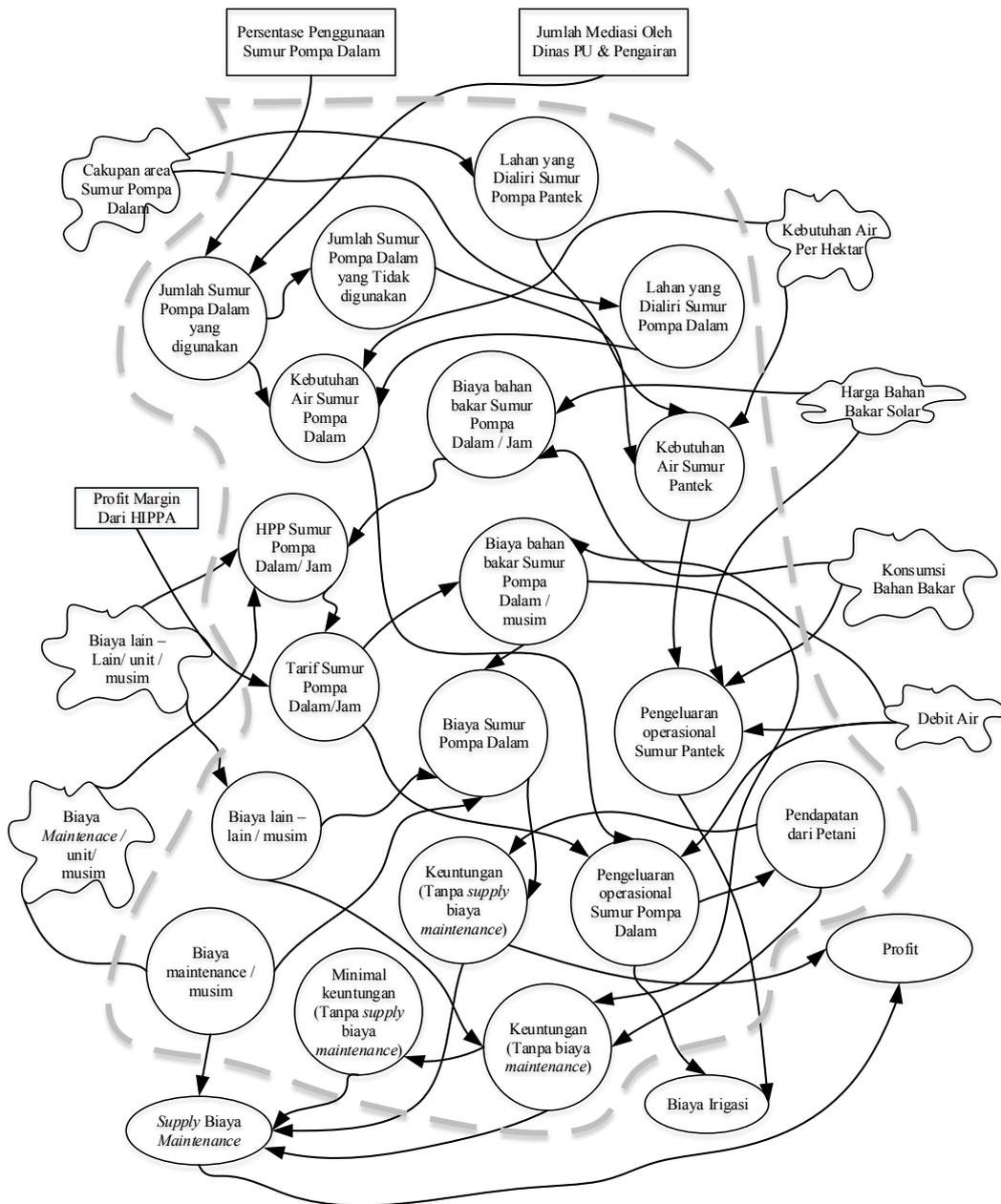
Pada bagian ini akan dilakukan pengembangan model yang meliputi model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam dan model *game theory*.

4.1 Pengembangan Model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam

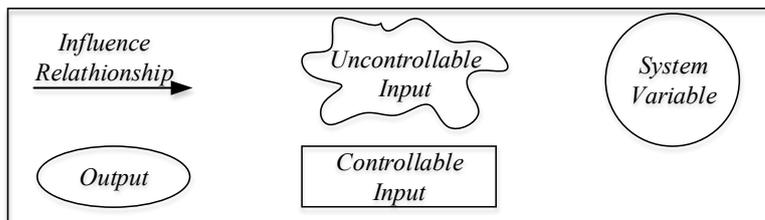
Model pemberdayaan Sumur Pompa Dalam yang akan dibuat pada bagian ini adalah suatu alat hitung yang akan digunakan untuk mengisi *payoff* dari model *game theory*. Bagian ini terdiri dari tiga tahap yaitu pembuatan model konseptual, formulasi model serta verifikasi dan validasi model.

4.1.1 Pembuatan Model Konseptual

Pada bagian ini akan dilakukan pembuatan model konseptual dengan menggunakan *influence diagram*. Model konseptual ini dibuat untuk melihat permasalahan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam secara lebih komprehensif. Ada empat hal yang diidentifikasi pada *influence diagram* diagram tersebut yaitu *controllable input*, *uncontrollable input*, *output*, dan *system variable*. Dalam permasalahan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam *controllable input* adalah alternatif – alternatif keputusan yang dapat diambil oleh masing – masing *stakeholder*. Alternatif keputusan tersebut meliputi jumlah mediasi yang dilakukan oleh Dinas PU & Pengairan, Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam oleh Kelompok Tani dan *profit margin* yang ditentukan oleh HIPPA. *Uncontrollable input* meliputi data atau batasan – batasan yang ada didalam sistem Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam seperti rata – rata cakupan area Sumur Pompa Dalam, harga bahan bakar dan debit air. *Output* dalam hal ini merupakan benefit bagi masing – masing *stakeholder* terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam. *System variable* dalam permasalahan ini meliputi jumlah jumlah Sumur Pompa Dalam, lahan yang dialiri Sumur Pompa Dalam, kebutuhan air Sumur Pompa Dalam dan lain - lain. Untuk lebih jelasnya, *influence diagram* dari sistem pemberdayaan Sumur Pompa Dalam dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.



Keterangan :



Gambar 4. 1 *Influence Diagram Model* Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam

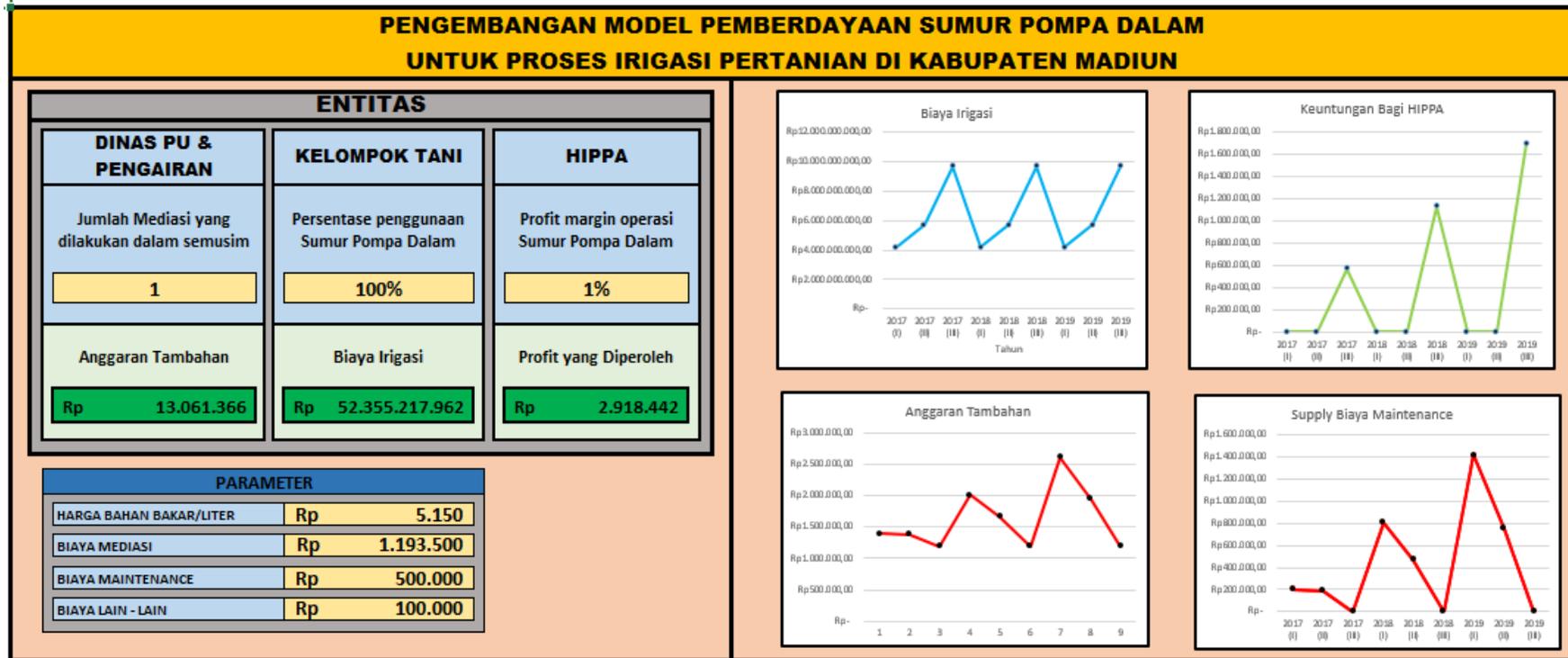
Dari *influence diagram* tersebut diketahui pula interaksi antar *system variable*. Variabel – variabel tersebut mempengaruhi antara satu dengan yang lain. Ketika suatu variabel berubah, variabel yang lain juga akan berubah.

4.1.2 Formulasi Model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam

Pada bagian ini dilakukan formulasi model pemberdayaan Sumur Pompa Dalam dengan menggunakan menggunakan *software excell*. Formulasi dibuat berdasarkan *influence diagram* yang telah dibuat sebelumnya. Formulasi model ini dibagi menjadi 3 bagian (*sheet*) yaitu *sheet interface*, *sheet* kondisi dan *sheet* benefit.

4.1.2.1 *Sheet Interface*

Bagian Pertama dari model ini adalah *sheet interface*. *Interface* dibuat untuk menampilkan *input* dan *output* dari model ini. *Input* dari *interface* ini berupa alternatif keputusan yang diambil oleh masing – masing *stakeholder*. *Output* dari *interface* ini adalah *value* yang didapat akibat perubahan alternatif – alternatif keputusan yang dilakukan oleh *stakeholder*. Gambar 4.1 berikut ini adalah *interface* dari model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam.



Gambar 4. 2 *Interface* Model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam

Pada *interface* tersebut terdapat grafik yang menggambarkan *value* yang didapat masing – masing *stakeholder* untuk tiap – tiap musim tanam mulai dari tahun 2017 hingga tahun 2019. Grafik tersebut akan berubah ketika *input* dari model *interface* tersebut diubah.

4.1.2.2 *Sheet Kondisi*

Bagian kedua dari model ini adalah *sheet* kondisi. Bagian ini menjelaskan kondisi – kondisi pada sistem baik ketika terjadi pemberdayaan Sumur Pompa Dalam ataupun tidak. Bagian ini terbagi menjadi 4 sub bagian.

1. Sub Kondisi Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam

Pada bagian ini dijelaskan *input* dari sistem pemberdayaan sumur pompa dalam. *Input* tersebut meliputi *controllable input* dan *uncontrollable input*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Kondisi Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam

Variabel / <i>Input</i>	Satuan	Simbol	Keterangan
Frekuensi Mediasi Oleh Dinas Pertanian	-	a	<i>Controllable Input</i>
Persentase Penggunaan Sumur Pompa Dalam Setelah Mediasi	-	b	<i>Controllable Input</i>
Harga Bahan Bakar (Solar)	Rp/L	c	<i>Uncontrollable Input</i>
Biaya <i>Maintenance</i> Sumur Pompa Dalam	Rp/Unit	d	<i>Uncontrollable Input</i>
Biaya Lain - Lain Sumur Pompa Dalam	Rp/Unit	e	<i>Uncontrollable Input</i>

Variabel / *input* tersebut berelasi secara langsung dengan *input – input* dari bagian *interface*. Ketika *input* dimasukkan pada bagian *interface*, pada sub bagian ini akan terbentuk tabel seperti gambar 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Formulasi Kondisi Pemberdayaan Sumur pompa dalam

	2017 (I)	2017 (II)	2017 (III)	2018 (I)
Frekuensi Mediasi Oleh Dinas Pertanian	1	1	1	1
Persentase Penggunaan Sumur Pompa Dalam Setelah Mediasi	100%	100%	100%	100%
Harga Bahan Bakar (Solar)	Rp 5.150,00	Rp 5.150,00	Rp 5.150,00	Rp 5.150,00
Biaya <i>Maintenance</i> Sumur Pompa Dalam	Rp 500.000,00	Rp 500.000,00	Rp 500.000,00	Rp 500.000,00
Biaya Lain - Lain Sumur Pompa Dalam	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00

Tabel 4. 2 Formulasi Kondisi Pemberdayaan Sumur pompa dalam (lanjutan)

2018 (II)	2018 (III)	2019 (I)	2019 (II)	2019 (III)
1	1	1	1	1
100%	100%	100%	100%	100%
Rp 5.150,00				
Rp 500.000,00				
Rp 100.000,00				

2. Sub Kondisi Jumlah sumur pompa dalam dan kebutuhan air

Pada bagian ini diformulasikan jumlah Sumur Pompa Dalam yang digunakan oleh kelompok tani berdasarkan dari hasil mediasi oleh dinas PU dan Pengairan. Selain itu pada bagian ini juga diformulasikan kebutuhan air selama satu musim tanam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Jumlah Sumur Pompa Dalam dan Kebutuhan Air

Variabel / Input	Satuan	Simbol	Keterangan
Sumur Pompa Dalam yang Digunakan			
Jumlah Sumur Pompa Dalam yang digunakan	Unit	f	* Untuk periode 2017 (I) digunakan formulasi : $IF(a*b>134;134;ROUNDDOWN(a*b;0))$ * Untuk periode 2017 (II) dan seterusnya digunakan formulasi : $IF(f+a*b>134;134;f+ROUNDDOWN(a*b;0))$
Jumlah Sumur Pompa Dalam yang tidak digunakan	Unit	g	Digunakan formulasi : $134-f$
Jumlah mediasi	Unit	z	* Untuk periode 2017 (I) nilainya sama dengan a * Untuk periode 2017 (II) dan seterusnya digunakan formulasi : $IF("periode sebelumnya =0;0;IF(z=134;0;a))$
Luas Lahan			
Rata - rata cakupan area 1 unit Sumur Pompa Dalam	Ha	h	<i>Uncontrollable Input</i>

Variabel / <i>Input</i>	Satuan	Simbol	Keterangan
Luas lahan yang dialiri Sumur Pompa Dalam	Ha	i	Digunakan formulasi : $f \cdot h$
Luas lahan yang dialiri sumur pantek	Ha	j	Digunakan formulasi : $g \cdot h$
Kebutuhan Air			
Kebutuhan air per hektar	L	k	<i>Uncontrollable Input</i>
Kebutuhan air Sumur Pompa Dalam	L	l	Digunakan formulasi : $i \cdot k$
Kebutuhan Air Sumur Pantek	L	m	Digunakan formulasi : $j \cdot k$

Ketika *input* dimasukkan pada bagian *interface*, pada sub bagian ini akan terbentuk tabel seperti gambar 4.4 berikut.

Tabel 4. 4 Formulasi Jumlah Sumur Pompa Dalam dan Kebutuhan Air

Jumlah Sumur Pompa Dalam dan Kebutuhan Air	2017 (I)	2017 (II)	2017 (III)	2018 (I)
Sumur Pompa Dalam yang Digunakan				
Jumlah Sumur Pompa Dalam yang digunakan	1,00	2,00	3,00	4,00
Jumlah Sumur Pompa Dalam yang tidak digunakan	133,00	132,00	131,00	130,00
Jumlah mediasi	1,00	1,00	1,00	1,00
Luas Lahan				
Rata - rata cakupan area 1 unit Sumur Pompa Dalam	39,31	39,31	39,31	39,31
Luas lahan yang dialiri Sumur Pompa Dalam	39,31	78,62	117,93	157,24
Luas lahan yang dialiri sumur pantek	5.228,17	5.188,86	5.149,55	5.110,24
Kebutuhan Air				
Kebutuhan air per hektar	2.563.680,55	3.497.735,56	5.938.583,89	2.563.680,55
Kebutuhan air Sumur Pompa Dalam	100.777.134,42	274.988.837,21	700.329.221,52	403.108.537,68
Kebutuhan Air Sumur Pantek	13.403.358.877,95	18.149.263.256,02	30.581.042.672,88	13.101.027.474,69

Tabel 4. 4 Formulasi Jumlah Sumur Pompa Dalam dan Kebutuhan Air (Lanjutan)

2018 (II)	2018 (III)	2019 (I)	2019 (II)	2019 (III)
5,00	6,00	7,00	8,00	9,00
129,00	128,00	127,00	126,00	125,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
39,31	39,31	39,31	39,31	39,31
196,55	235,86	275,17	314,48	353,79
5.070,93	5.031,62	4.992,31	4.953,00	4.913,69
3.497.735,56	5.938.583,89	2.563.680,55	3.497.735,56	5.938.583,89
687.472.093,03	1.400.658.443,03	705.439.940,94	1.099.955.348,85	2.100.987.664,55
17.736.780.000,20	29.880.713.451,37	12.798.696.071,43	17.324.296.744,38	29.180.384.229,85

3. Sub Kondisi teknologi irigasi Sumur Pompa Dalam dan Sumur Pantek

Pada bagian ini diformulasikan debit air dan konsumsi bahan bakar dari teknologi irigasi pertanian yang digunakan petani di Kabupaten Madiun. Teknologi tersebut meliputi Sumur Pompa Dalam dan sumur pantek. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4. 5 Teknologi Irigasi Sumur Pompa Dalam dan Sumur Pantek

Variabel / <i>Input</i>	Satuan	Simbol	Keterangan
Sumur Pompa Dalam			
Debit Air	L/s	n	<i>Uncontrollable Input</i>
Konsumsi Bahan Bakar	L/Jam	o	<i>Uncontrollable Input</i>
Sumur Pantek			
Debit Air	L/s	p	<i>Uncontrollable Input</i>
Konsumsi Bahan Bakar	L/Jam	q	<i>Uncontrollable Input</i>

Ketika *input* dimasukkan pada bagian *interface*, pada sub bagian ini akan terbentuk tabel seperti gambar 4.6 berikut.

Tabel 4. 6 Formulasi Teknologi Irigasi Sumur Pompa Dalam dan Sumur Pantek

	2017 (I)	2017 (II)	2017 (III)	2018 (I)
Sumur Pompa Dalam				
Debit Air	26,11	26,11	26,11	26,11
Konsumsi Bahan Bakar	5,37	5,37	5,37	5,37
Sumur Pantek				
Debit Air	7,98	7,98	7,98	7,98
Konsumsi Bahan Bakar	1,72	1,72	1,72	1,72

Tabel 4. 6 Formulasi Teknologi Irigasi Sumur Pompa Dalam dan Sumur Pantek (Lanjutan)

2018 (II)	2018 (III)	2019 (I)	2019 (II)	2019 (III)
26,11	26,11	26,11	26,11	26,11
5,37	5,37	5,37	5,37	5,37
7,98	7,98	7,98	7,98	7,98
1,72	1,72	1,72	1,72	1,72

4. Sub Kondisi Penentuan Tarif Sumur Pompa Dalam

Pada bagian ini diformulasikan penentuan tarif Sumur Pompa Dalam. Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi tarif Sumur Pompa Dalam yaitu biaya bahan bakar, biaya lain – lain dan profit margin. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4. 7 Penentuan Tarif Sumur Pompa Dalam

Variabel / <i>Input</i>	Satuan	Simbol	Keterangan
Biaya Bahan Bakar	Rp/Jam	r	Digunakan formulasi : $s*t$
Kebutuhan bahan bakar	L/Jam	s	Nilainya sama dengan o
Biaya bahan bakar/Liter	Rp/L	t	Nilainya sama dengan c
Biaya <i>Maintenance</i>	Rp/Jam	u	Digunakan formulasi : $IF(l=0;0;(d*f)/(l/(n*3600)))$
Biaya Lain – lain	Rp/Jam	v	Digunakan formulasi : $IF(l=0;0;(e*f)/(l/(n*3600)))$
HPP (Tanpa mempertimbangkan biaya <i>maintenance</i>)		w	Digunakan formulasi : $r + v$
Profit Margin	Rp	x	<i>Controllable Input</i>
Tarif Sumur Pompa Dalam	Rp/Jam	y	Digunakan formulasi : $w + x$

Ketika *input* dimasukkan pada bagian *interface*, pada sub bagian ini akan terbentuk tabel seperti gambar 4.8 berikut.

Tabel 4. 8 Formulasi Penentuan Tarif Sumur Pompa Dalam

	2017 (I)	2017 (II)	2017 (III)	2018 (I)
Biaya Bahan Bakar	Rp 27.669,42	Rp 27.669,42	Rp 27.669,42	Rp 27.669,42
Kebutuhan bahan bakar	5,37	5,37	5,37	5,37
Biaya bahan bakar/Liter	Rp 5.150,00	Rp 5.150,00	Rp 5.150,00	Rp 5.150,00
Biaya <i>Maintenance</i>	Rp 466,34	Rp 341,80	Rp 201,32	Rp 466,34
Biaya Lain - lain	Rp 93,27	Rp 68,36	Rp 40,26	Rp 93,27
HPP (Tanpa mempertimbangkan biaya <i>maintenance</i>)	Rp 27.762,69	Rp 27.737,78	Rp 27.709,68	Rp 27.762,69
Profit Margin	Rp 277,63	Rp 277,38	Rp 277,10	Rp 277,63
Tarif Sumur Pompa Dalam	Rp 28.040,31	Rp 28.015,16	Rp 27.986,78	Rp 28.040,31

Tabel 4. 8 Formulasi Penentuan Tarif Sumur Pompa Dalam (Lanjutan)

2018 (II)	2018 (III)	2019 (I)	2019 (II)	2019 (III)
Rp 27.669,42				
5,37	5,37	5,37	5,37	5,37
Rp 5.150,00				
Rp 341,80	Rp 201,32	Rp 466,34	Rp 341,80	Rp 201,32
Rp 68,36	Rp 40,26	Rp 93,27	Rp 68,36	Rp 40,26
Rp 27.737,78	Rp 27.709,68	Rp 27.762,69	Rp 27.737,78	Rp 27.709,68
Rp 277,38	Rp 277,10	Rp 277,63	Rp 277,38	Rp 277,10
Rp 28.015,16	Rp 27.986,78	Rp 28.040,31	Rp 28.015,16	Rp 27.986,78

4.1.2.3 Sheet Benefit

Bagian ketiga dari model ini adalah *sheet* benefit. Pada bagian ini akan dijelaskan 3 *value* (benefit) yang akan didapat oleh masing – masing *stakeholder* terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam.. Bagian ini terbagi menjadi 3 sub bagian.

1. Sub Bagian Penentuan Biaya Irigasi

Pada bagian ini diformulasikan penentuan biaya irigasi yang dikeluarkan oleh petani. Besarnya biaya irigasi tergantung pada seberapa besar proporsi penggunaan Sumur Pompa Dalam dan sumur pantek. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4. 9 Penentuan Biaya Irigasi

Variabel / <i>Input</i>	Satuan	Simbol	Keterangan
Biaya Sumur Pompa Dalam	Rp	A	Digunakan formulasi : $D*(B/C)$
Kebutuhan Air	L	B	Nilainya sama dengan l
Debit Air Sumur Pompa Dalam	L/Jam	C	Digunakan formulasi : $n*3600$
Tarif Sumur Pompa Dalam	Rp/Jam	D	Nilainya sama dengan y
Biaya Sumur Pantek	Rp	E	Digunakan formulasi : $H*I*(F/G)$
Kebutuhan Air	L	F	Nilainya sama dengan n
Debit Air Sumur Pantek	L/Jam	G	Digunakan formulasi : $P*3600$
Kebutuhan Bahan Bakar	L/Jam	H	Nilainya sama dengan q
Harga Bahan Bakar	Rp/L	I	Nilainya sama dengan c
Total Biaya	Rp	J	Digunakan formulasi : $A+E$

Ketika *input* dimasukkan pada bagian *interface*, pada sub bagian ini akan terbentuk tabel seperti gambar 4.10 berikut.

Tabel 4. 10 Formulasi Penentuan Biaya Irigasi

	2017 (I)	2017 (II)	2017 (III)	2018 (I)
Biaya Sumur Pompa Dalam	Rp 30.064.345,50	Rp 81.962.466,65	Rp 208.526.884,81	Rp 120.257.382,00
Kebutuhan Air	100.777.134,42	274.988.837,21	700.329.221,52	403.108.537,68
Debit Air Sumur Pompa Dalam	93.992,48	93.992,48	93.992,48	93.992,48
Tarif Sumur Pompa Dalam	Rp 28.040,31	Rp 28.015,16	Rp 27.986,78	Rp 28.040,31
Biaya Sumur Pantek	Rp 4.144.299.215,47	Rp 5.611.725.997,80	Rp 9.455.614.246,51	Rp 4.050.818.782,04
Kebutuhan Air	13.403.358.877,95	18.149.263.256,02	30.581.042.672,88	13.101.027.474,69
Debit Air Sumur Pantek	28.728,48	28.728,48	28.728,48	28.728,48
Kebutuhan Bahan Bakar	1,72	1,72	1,72	1,72
Harga Bahan Bakar	Rp 5.150,00	Rp 5.150,00	Rp 5.150,00	Rp 5.150,00
Total Biaya	Rp 4.174.363.560,97	Rp 5.693.688.464,46	Rp 9.664.141.131,32	Rp 4.171.076.164,04

Tabel 4. 10 Formulasi Penentuan Biaya Irigasi

2018 (II)	2018 (III)	2019 (I)	2019 (II)	2019 (III)
Rp 204.906.166,63	Rp 417.053.769,61	Rp 210.450.418,51	Rp 327.849.866,62	Rp 625.580.654,42
687.472.093,03	1.400.658.443,03	705.439.940,94	1.099.955.348,85	2.100.987.664,55
93.992,48	93.992,48	93.992,48	93.992,48	93.992,48
Rp 28.015,16	Rp 27.986,78	Rp 28.040,31	Rp 28.015,16	Rp 27.986,78
Rp 5.484.186.770,58	Rp 9.239.073.462,24	Rp 3.957.338.348,61	Rp 5.356.647.543,36	Rp 9.022.532.677,97
17.736.780.000,20	29.880.713.451,37	12.798.696.071,43	17.324.296.744,38	29.180.384.229,85
28.728,48	28.728,48	28.728,48	28.728,48	28.728,48
1,72	1,72	1,72	1,72	1,72
Rp 5.150,00				
Rp 5.689.092.937,21	Rp 9.656.127.231,85	Rp 4.167.788.767,11	Rp 5.684.497.409,97	Rp 9.648.113.332,39

2. Sub Bagian Penentuan Keuntungan Operasional Sumur Pompa Dalam

Pada bagian ini diformulasikan penentuan keuntungan operasional sumur pompa dalam. Besarnya keuntungan tergantung pada seberapa besar pendapatan dan biaya yang dikeluarkan oleh HIPPA. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.11 berikut.

Tabel 4. 11 Keuntungan Operasional Sumur Pompa Dalam

Variabel / <i>Input</i>	Satuan	Simbol	Keterangan
Pendapatan Dari Petani	Rp	K	Niainya sama dengan A
Komponen - komponen Biaya			
Biaya Bahan Bakar (Solar)	Rp	L	Digunakan formulasi : $r*(B/C)$
Biaya <i>Maintenance</i>	Rp	M	Digunakan formulasi : $d*f$
Biaya Lain-lain	Rp	N	Digunakan formulasi : $e*f$
Total Biaya	Rp	O	Digunakan formulasi : $L+M+N$
Keuntungan (Tanpa <i>Supply</i> Biaya <i>Maintenance</i> dari Dinas)	Rp	P	Digunakan formulasi : $K-O$
<i>Supply</i> Biaya <i>Maintenance</i> dari Dinas	Rp	Q	Nilainya sama dengan Y
Keuntungan (Dengan <i>Supply</i> Biaya <i>Maintenance</i> dari Dinas)	Rp	R	Digunakan formulasi : $ROUND(J22+J23;2)$

Ketika *input* dimasukkan pada bagian *interface*, pada sub bagian ini akan terbentuk tabel seperti gambar 4.12 berikut.

Tabel 4. 12 Formulasi Penentuan Keuntungan Operasional Sumur Pompa Dalam

	2017 (I)	2017 (II)	2017 (III)	2018 (I)	2018 (II)
Pendapatan Dari Petani	Rp 30.064.345,50	Rp 81.962.466,65	Rp 208.526.884,81	Rp 120.257.382,00	Rp 204.906.166,63
Komponen - komponen Biaya					
Biaya Bahan Bakar (Solar)	Rp 29.666.678,71	Rp 80.950.957,08	Rp 206.162.262,18	Rp 118.666.714,86	Rp 202.377.392,71
Biaya <i>Maintenance</i>	Rp 500.000,00	Rp 1.000.000,00	Rp 1.500.000,00	Rp 2.000.000,00	Rp 2.500.000,00
Biaya Lain-lain	Rp 100.000,00	Rp 200.000,00	Rp 300.000,00	Rp 400.000,00	Rp 500.000,00
Total Biaya	Rp 30.266.678,71	Rp 82.150.957,08	Rp 207.962.262,18	Rp 121.066.714,86	Rp 205.377.392,71
Keuntungan (Tanpa <i>Supply</i> Biaya <i>Maintenance</i> dari Dinas)	Rp (202.333,21)	Rp (188.490,43)	Rp 564.622,62	Rp (809.332,85)	Rp (471.226,07)
<i>Supply</i> Biaya <i>Maintenance</i> dari Dinas	Rp 202.333,21	Rp 188.490,43	Rp -	Rp 809.332,85	Rp 471.226,07
Keuntungan (Dengan <i>Supply</i> Biaya <i>Maintenance</i> dari Dinas)	Rp -	Rp -	Rp 564.622,62	Rp -	Rp -

Tabel 4. 12 Formulasi Penentuan Keuntungan Operasional Sumur Pompa Dalam (Lanjutan)

	2018 (III)	2019 (I)	2019 (II)	2019 (III)
Rp	417.053.769,61	Rp 210.450.418,51	Rp 327.849.866,62	Rp 625.580.654,42
Rp	412.324.524,37	Rp 207.666.751,00	Rp 323.803.828,33	Rp 618.486.786,55
Rp	3.000.000,00	Rp 3.500.000,00	Rp 4.000.000,00	Rp 4.500.000,00
Rp	600.000,00	Rp 700.000,00	Rp 800.000,00	Rp 900.000,00
Rp	415.924.524,37	Rp 211.866.751,00	Rp 328.603.828,33	Rp 623.886.786,55
Rp	1.129.245,24	Rp (1.416.332,49)	Rp (753.961,72)	Rp 1.693.867,87
Rp	-	Rp 1.416.332,49	Rp 753.961,72	Rp -
Rp	1.129.245,24	Rp -	Rp -	Rp 1.693.867,87

3. Sub Bagian *Supply* Biaya *Maintenance* oleh Dinas

Pada bagian ini diformulasikan penentuan *supply* biaya *maintenance* oleh dinas PU dan Pengairan. Besarnya biaya *maintenance* akan mempengaruhi seberapa besar *supply* biaya *maintenance* yang dipengaruhi oleh dinas . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut.

Tabel 4. 13 Anggaran Tambahan oleh Dinas PU dan Pengairan

Variabel / <i>Input</i>	Satuan	Simbol	Keterangan
Biaya <i>Maintenance</i> Sumur Pompa Dalam	Rp	S	Digunakan formulasi : $T*V$
Jumlah Sumur Pompa Dalam yang Digunakan	Unit	T	Nilainya sama dengan f
Biaya miantenance Sumur Pompa Dalam (Per Unit)	Rp/Unit	U	Nilainya sama dengan d
Keuntungan yang diperoleh HIPPA (Tanpa Biaya <i>Maintenance</i>)	Rp	V	Digunakan formulasi : $K-L-N$
Minimal keuntungan yang diinginkan HIPPA (Tanpa Biaya <i>Maintenance</i>)		W	Digunakan formulasi : $IF(V>0;V*0\%;0)$
<i>Supply</i> Biaya <i>Maintenance</i> dari Dinas	Rp	X	Digunakan formulasi : $IF(P>0;P;IF(V<0;-S;V-S))$
<i>Supply</i> Biaya <i>Maintenance</i> dari Dinas (Penyesuaian)	Rp	Y	Digunakan formulasi : $IF(X<W;W-X;0)$
Biaya mediasi dari Dinas	Rp	Z	Digunakan formulasi : “Jumlah mediasi * Biaya Meidasi”
Anggaran Tambahan Dinas	Rp	Z1	$Y+Z$

Ketika *input* dimasukkan pada bagian *interface*, pada sub bagian ini akan terbentuk tabel seperti gambar 4.14 berikut.

Tabel 4. 14 Formulasi Anggaran Tambahan oleh Dinas PU dan Pengairan

	2017 (I)	2017 (II)	2017 (III)	2018 (I)	2018 (II)
Biaya Maintenance Sumur Pompa Dalam	Rp 500.000,00	Rp 1.000.000,00	Rp 1.500.000,00	Rp 2.000.000,00	Rp 2.500.000,00
Jumlah Sumur Pompa Dalam yang Digunakan	1	2	3	4	5
Biaya miantenance Sumur Pompa Dalam (Per Unit)	Rp 500.000,00				
Keuntungan yang diperoleh HIPPA (Tanpa Biaya Maintenance)	Rp 297.666,79	Rp 811.509,57	Rp 2.064.622,62	Rp 1.190.667,15	Rp 2.028.773,93
Minimal keuntungan yang diinginkan HIPPA (Tanpa Biaya Maintenance)	Rp -				
Supply Biaya Maintenance dari Dinas	Rp (202.333,21)	Rp (188.490,43)	Rp 564.622,62	Rp (809.332,85)	Rp (471.226,07)
Supply Biaya Maintenance dari Dinas (Penyesuaian)	Rp 202.333,21	Rp 188.490,43	Rp -	Rp 809.332,85	Rp 471.226,07
Biaya Mediasi	Rp 1.193.500,00				
Total Anggaran Tambahan Dinas	Rp 1.395.833,21	Rp 1.381.990,43	Rp 1.193.500,00	Rp 2.002.832,85	Rp 1.664.726,07

Tabel 4. 14 Formulasi Anggaran Tambahan oleh Dinas PU dan Pengairan (Lanjutan)

2018 (III)	2019 (I)	2019 (II)	2019 (III)
Rp 3.000.000,00	Rp 3.500.000,00	Rp 4.000.000,00	Rp 4.500.000,00
6	7	8	9
Rp 500.000,00	Rp 500.000,00	Rp 500.000,00	Rp 500.000,00
Rp 4.129.245,24	Rp 2.083.667,51	Rp 3.246.038,28	Rp 6.193.867,87
Rp -	Rp -	Rp -	Rp -
Rp 1.129.245,24	Rp (1.416.332,49)	Rp (753.961,72)	Rp 1.693.867,87
Rp -	Rp 1.416.332,49	Rp 753.961,72	Rp -
Rp 1.193.500,00	Rp 1.193.500,00	Rp 1.193.500,00	Rp 1.193.500,00
Rp 1.193.500,00	Rp 2.609.832,49	Rp 1.947.461,72	Rp 1.193.500,00

4.1.3 Verifikasi dan Validasi

Pada bagian ini akan dilakukan verifikasi dan validasi terhadap formulasi model yang telah dibangun sebelumnya.

4.1.3.1 Verifikasi Model

Verifikasi pada model ini dilakukan dengan 2 cara yaitu memeriksa variabel dan memeriksa persamaan yang telah diformulasikan sebelumnya. Pertama dilakukan pemeriksaan terhadap variabel – variabel yang ada didalam model. Telah diperiksa bahwa variabel – variabel yang ada di dalam model sudah sesuai dengan model konseptual. Seluruh variabel pada model konseptual sudah dimasukkan saat melakukan formulasi model. Selain itu data – data sudah disesuaikan dengan model konseptual juga.

Kedua dilakukan pemeriksaan terhadap persamaan yang telah diformulasikan. Pemeriksaan ini dilakukan untuk memastikan tidak ada *syntax error* didalam persamaan. Selain itu, pemeriksaan ini dilakukan untuk memastikan hubungan persamaan antar variabel sudah sesuai dengan model konseptual yang dibuat. Kedua proses tersebut dilakukan untuk menjamin bahwa formulasi model yang telah dibangun sudah sesuai dengan model konseptual.

4.1.3.2 Validasi Model

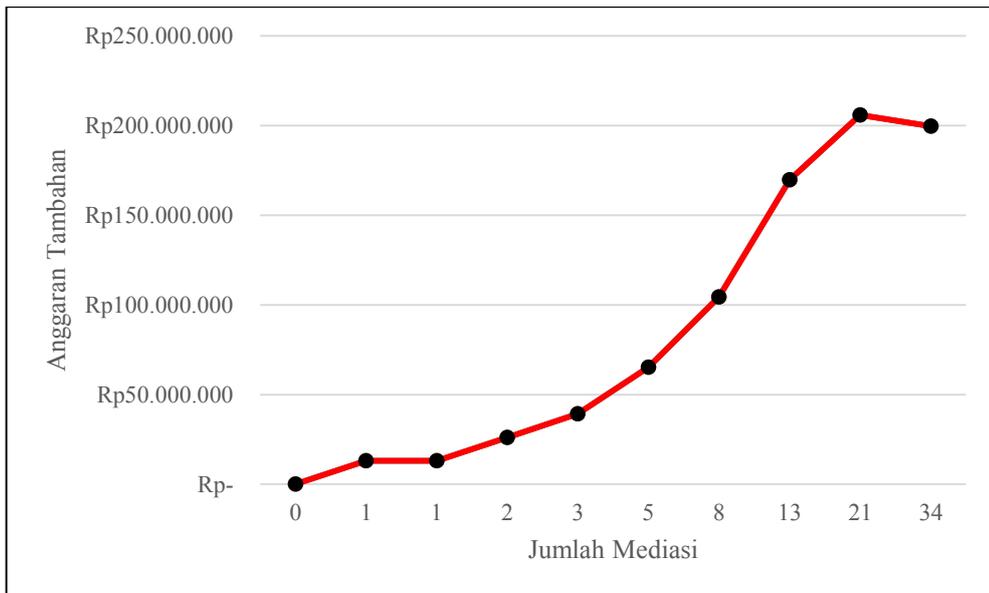
Validasi pada model ini dilakukan dengan 2 cara yaitu melakukan uji perilaku model dan melakukan uji kondisi ekstrim pada model.

1. Uji Perilaku Model

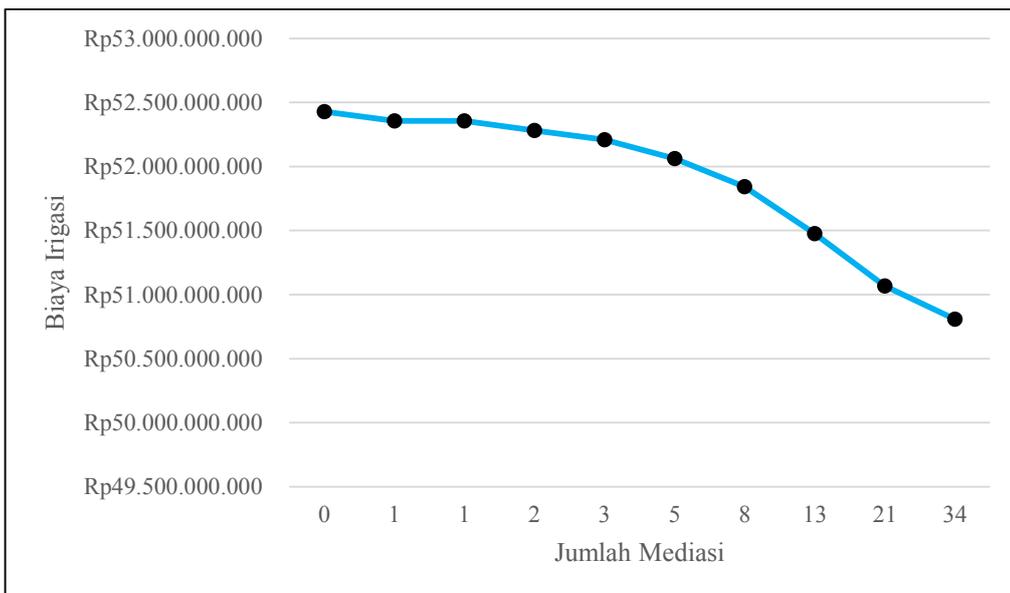
Uji perilaku model dilakukan untuk memeriksa konsistensi formulasi model dengan model konseptual yang dibuat. Uji perilaku pada model ini meliputi 3 hal yaitu jumlah mediasi, persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam setelah mediasi dan profit margin.

- Uji perilaku terhadap jumlah mediasi

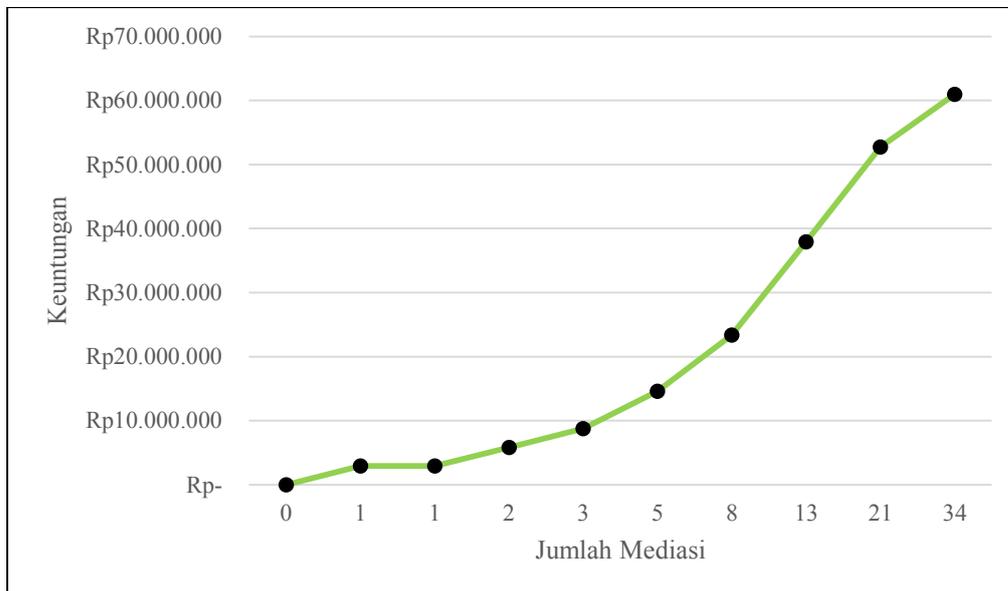
Uji ini dilakukan untuk melihat perilaku jumlah mediasi dengan asumsi jumlah persentase penerimaan Sumur Pompa Dalam sebesar 100% dan profit margin sebesar 1%. Berikut adalah hasil dari uji perilaku yang telah dilakukan.



Gambar 4. 3 Grafik Perubahan Anggaran Tambahan Terhadap kenaikan Jumlah Mediasi oleh Dinas PU dan Pengairan



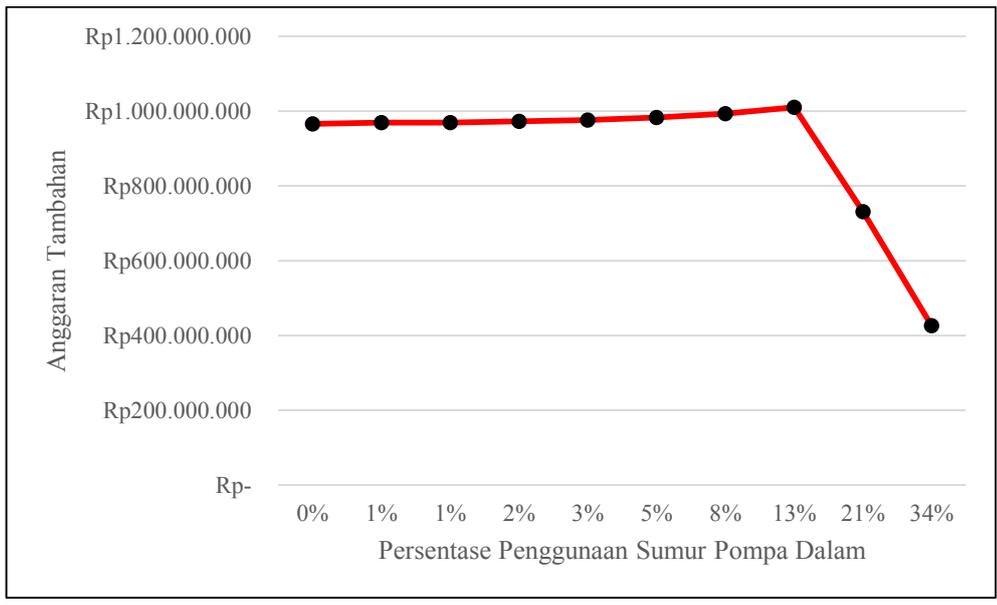
Gambar 4. 4 Grafik Perubahan Biaya Irigasi Terhadap kenaikan Jumlah Mediasi oleh Dinas PU dan Pengairan



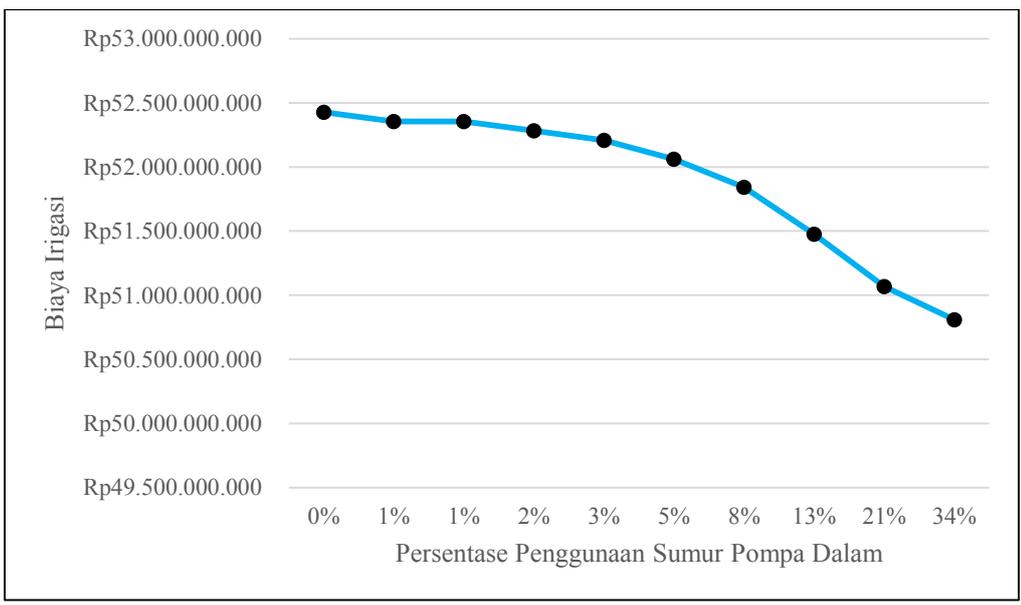
Gambar 4. 5 Grafik Perubahan Keuntungan Terhadap kenaikan Jumlah Mediasi oleh Dinas PU dan Pengairan

Berdasarkan gambar 4.3 diketahui bahwa semakin besar jumlah mediasi yang dilakukan, nilai anggaran tambahan akan semakin besar. Ini terjadi karena jumlah mediasi yang semakin besar dan profit margin yang diambil terlalu kecil hingga tidak mampu menutupi kebutuhan biaya *maintenance*. Berdasarkan gambar 4.4 diketahui bahwa semakin besar jumlah mediasi yang dilakukan, biaya irigasi akan semakin kecil. Ini terjadi karena profit margin yang diambil hanya 1% yang menyebabkan tarif sumur pompa dalam murah. Berdasarkan gambar 4.5 diketahui bahwa semakin besar jumlah mediasi yang dilakukan, keuntungan yang didapat HIPPA akan semakin besar.

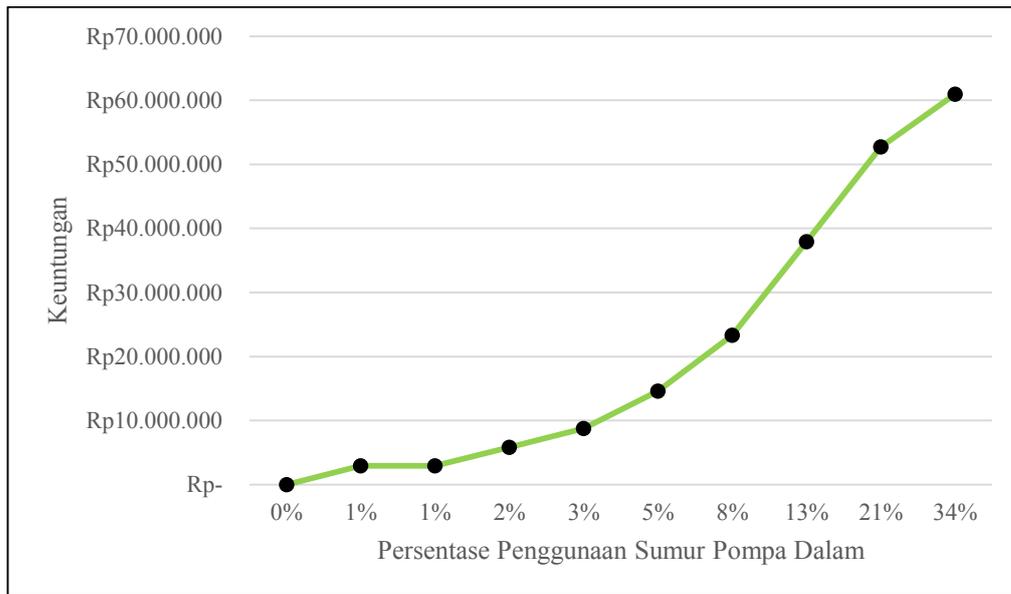
- Uji perilaku terhadap persentase penggunaan sumur pompa dalam
 - Uji ini dilakukan untuk melihat perilaku persentase penggunaan sumur pompa dalam dengan asumsi jumlah jumlah mediasi sebesar 100 dan profit margin sebesar 1%. Berikut adalah hasil dari uji perilaku yang telah dilakukan.



Gambar 4. 6 Grafik Perubahan Anggaran Tambahan Terhadap Kenaikan Persentase Penggunaan Sumur Pompa Dalam oleh Kelompok Tani



Gambar 4. 7 Grafik Perubahan Biaya Irigasi Terhadap Kenaikan Persentase Penggunaan Sumur Pompa Dalam oleh Kelompok Tani

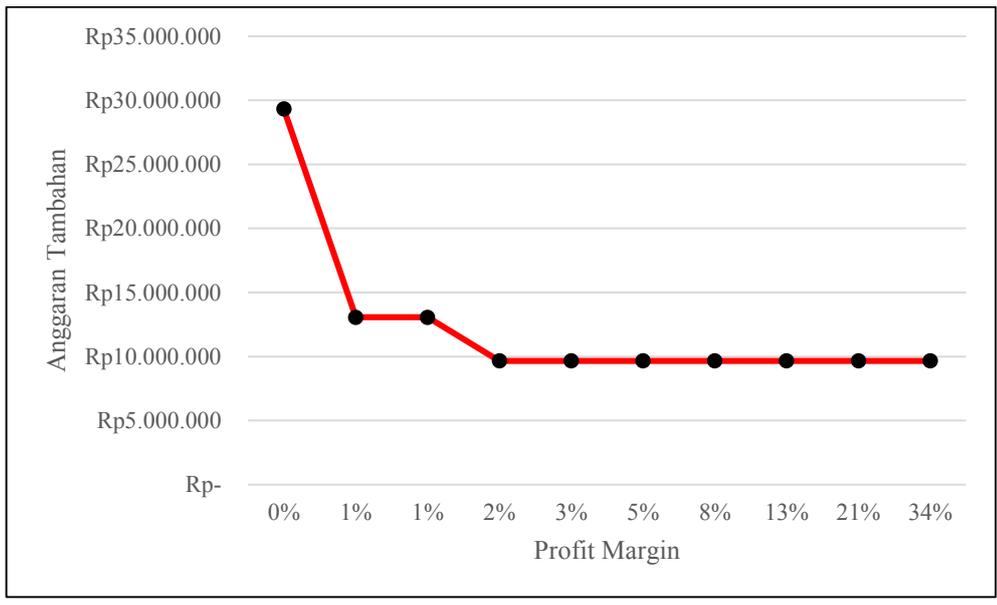


Gambar 4. 8 Grafik Perubahan Keuntungan Terhadap Kenaikan Persentase Penggunaan Sumur Pompa Dalam Oleh Kelompok Tani

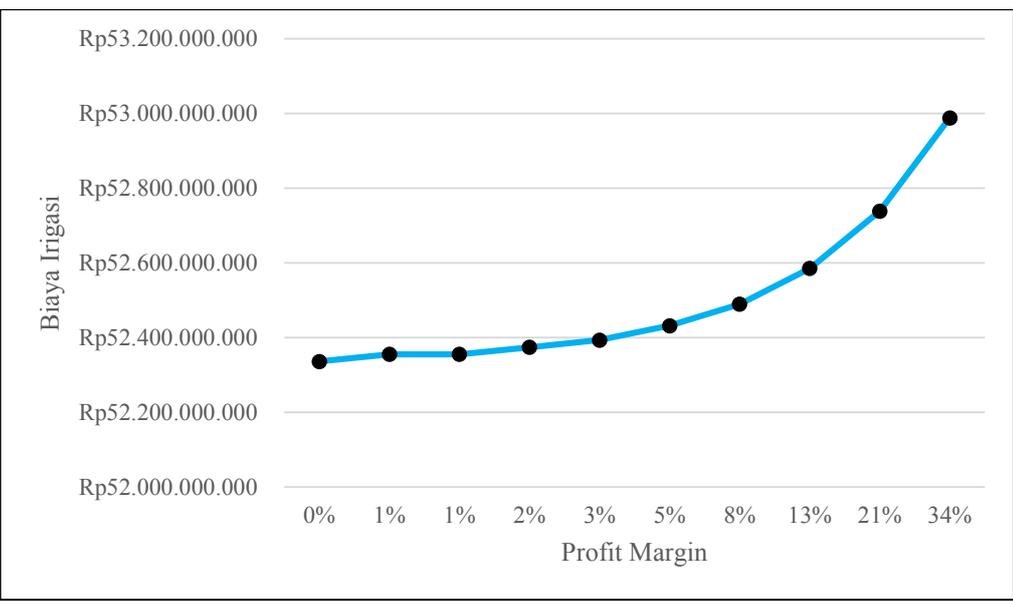
Berdasarkan gambar 4.6 diketahui bahwa semakin besar persentase penggunaan sumur pompa dalam, nilai anggaran tambahan akan semakin besar. Ini terjadi karena biaya mediasi yang semakin besar dan profit margin yang diambil terlalu kecil hingga tidak mampu menutupi kebutuhan biaya *maintenance*. Berdasarkan gambar 4.7 diketahui bahwa semakin besar persentase penggunaan sumur pompa dalam, biaya irigasi akan semakin kecil. Ini terjadi karena profit margin yang diambil hanya 1% yang menyebabkan tarif sumur pompa dalam murah. Berdasarkan gambar 4.8 diketahui bahwa persentase penggunaan sumur pompa dalam yang dilakukan, keuntungan yang didapat HIPPA akan semakin besar.

- Uji perilaku terhadap profit margin

Uji ini dilakukan untuk melihat perilaku profit margin dengan asumsi jumlah mediasi sebesar 1 dan persentase penggunaan sumur pompa dalam sebesar 100%. Berikut adalah hasil dari uji perilaku yang telah dilakukan.



Gambar 4. 9 Grafik Perubahan Anggaran Tambahan Terhadap Kenaikan Profit Margin oleh HIPPA



Gambar 4. 10 Grafik Perubahan Biaya Irigasi Terhadap Kenaikan Profit Margin oleh HIPPA

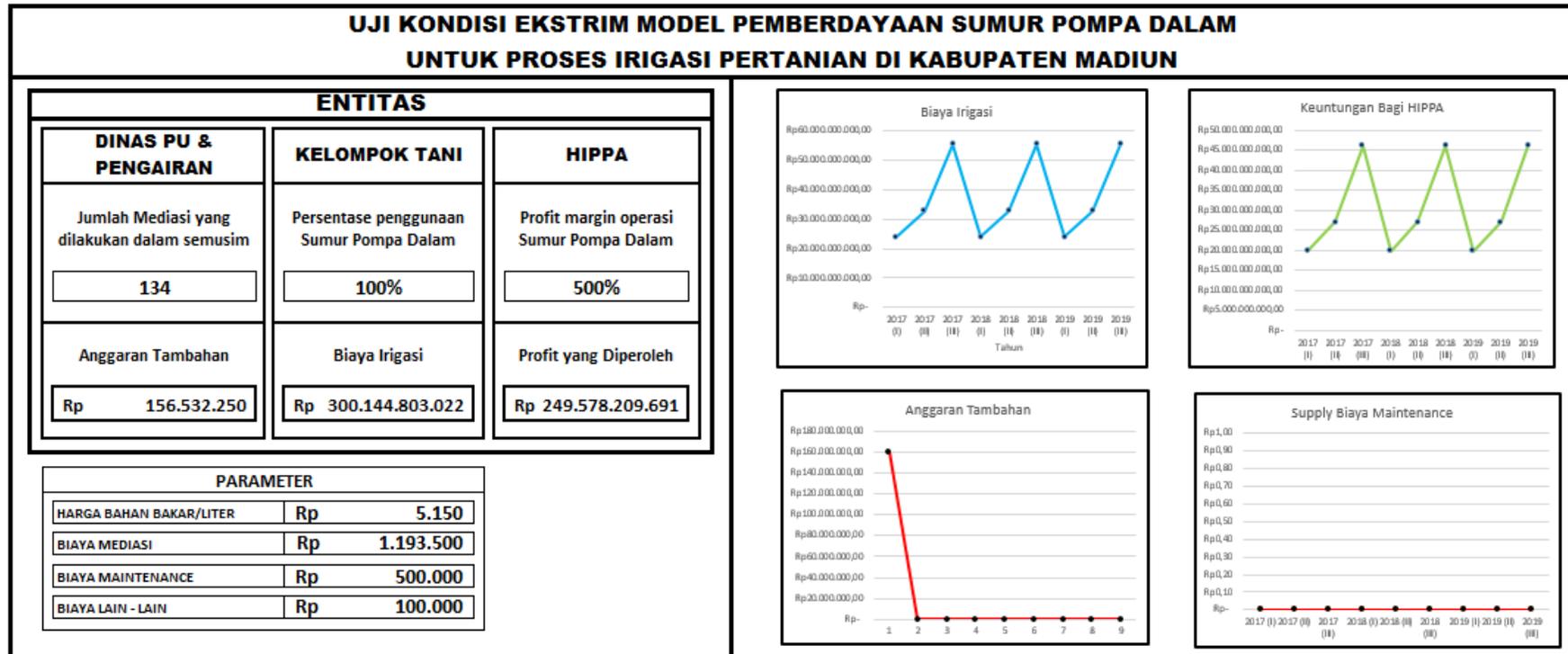


Gambar 4. 11 Grafik Perubahan Keuntungan Terhadap Perubahan Profit Margin oleh HIPPA

Berdasarkan gambar 4.9 diketahui bahwa semakin besar profit margin, nilai anggaran tambahan akan semakin kecil. Ketika profit margin mencapai 2% tidak diperlukan lagi *supply* biaya *maintenance* oleh dinas. Berdasarkan gambar 4.10 diketahui bahwa semakin besar profit margin, biaya irigasi akan semakin besar. Ini terjadi karena tarif sumur pompa dalam yang semakin mahal seiring dengan kenaikan profit margin. Berdasarkan gambar 4.11 diketahui bahwa semakin besar profit margin, keuntungan yang didapat HIPPA akan semakin besar. Ini terjadi karena profit margin yang semakin besar juga akan membuat keuntungan juga semakin besar.

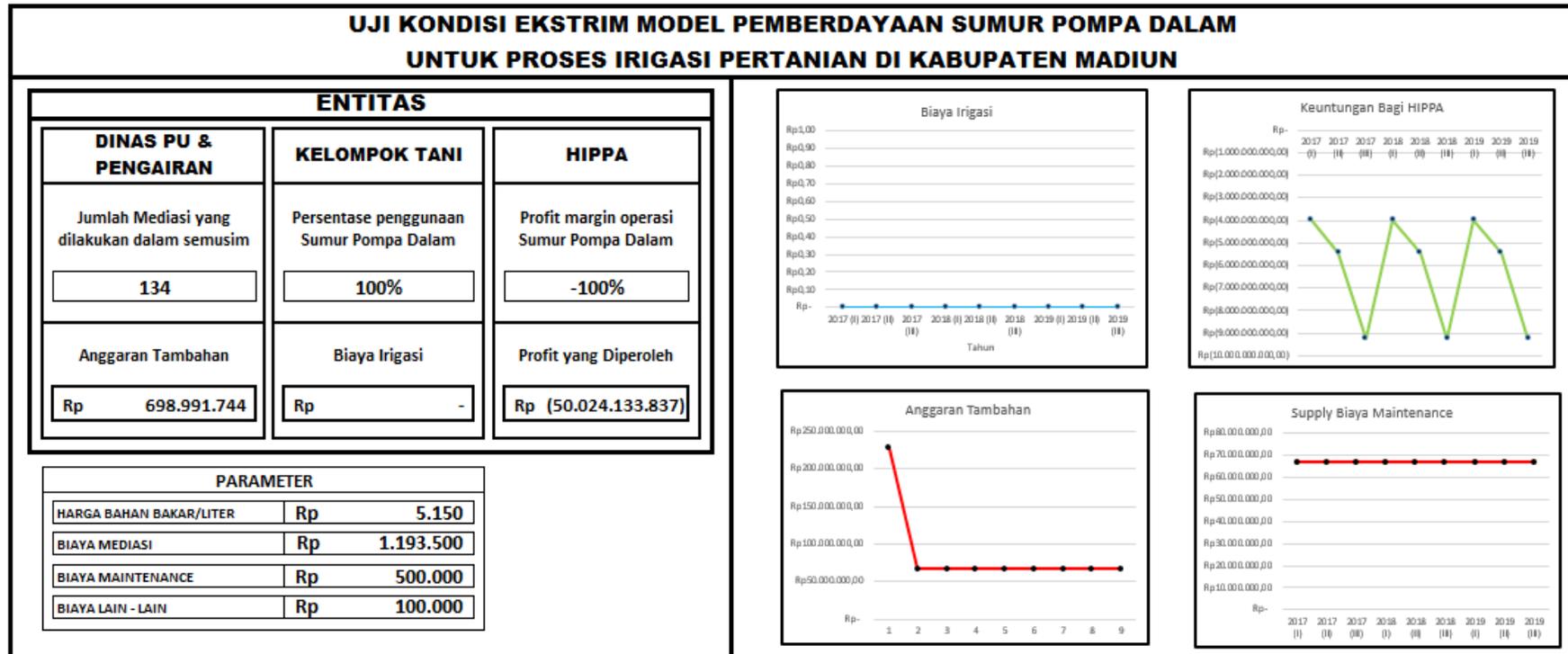
2. Uji Kondisi Ekstrim

Uji kondisi ekstrim dilakukan untuk memeriksa apakah model dapat menyesuaikan terhadap kondisi – kondisi yang ekstrim. Uji kondisi ekstrim pada model ini meliputi 2 hal yaitu kondisi ketika profit margin yang diambil sangat besar dan ketika tarif sumur pompa dalam gratis. Selain itu dalam uji ini jumlah mediasi dan persentase penggunaan sumur pompa dalam juga *setting* dengan kondisi ekstrim. Untuk jumlah mediasi nilainya adalah 134 dan persentase penggunaan sumur pompa dalam sebesar 100%. Hasil uji kondisi ekstrim adalah sebagai berikut



Gambar 4. 12 Uji Kondisi ekstrem dengan dengan profit margin 500%.

Berdasarkan gambar 4.12 diketahui bahwa ketika HIIPA mengambil profit margin 500% (Keuntungan 5 kali lipat) maka keuntungan yang didapatkan oleh HIPPA mencapai Rp 31.012716861 dan Dinas PU & Pengairan tidak perlu mengeluarkan *supply biaya maintenance*. Akan tetapi biaya irigasi yang harus dikeluarkan oleh petani juga semakin besar.



Gambar 4. 13 Uji Kondisi Ekstrim dengan Profit margin -100%

Berdasarkan gambar 4.12 diketahui bahwa ketika HIIPA mengambil profit margin 500% (Keuntungan 5 kali lipat) maka keuntungan yang didapatkan oleh HIPPA mencapai Rp 31.012716861 dan Dinas PU & Pengairan tidak perlu mengeluarkan *supply biaya maintenance*. Akan tetapi biaya irigasi yang harus dikeluarkan oleh petani juga semakin besar.

4.2 Pengembangan Model *Game Theory*

Pada bagian ini akan dilakukan pengembangan model *game theory* yang terkait dengan permasalahan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam. Model ini yang nantinya akan di analisis untuk mendapatkan *equilibrium point*. Bagian ini terdiri dari 3 bagian yaitu formulasi alternatif strategi, formulasi alternatif skenario dan hasil *running* skenario.

4.2.1 Formulasi Alternatif Strategi

Didalam model konseptual yang telah dibuat, telah teridentifikasi bahwa terdapat 3 *stakeholder* utama yang terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam. *Stakeholder* inilah yang didalam konsep *game theory* berperan sebagai pemain (*player*). Dalam hal ini, pemain berperan sebagai pengambil keputusan. Keputusan yang akan diambil oleh masing – masing pemain terdiri dari beberapa alternatif keputusan. Berikut ini adalah alternatif – alternatif keputusan yang diambil oleh masing – masing pemain.

1. Dinas PU dan Pengairan

Dinas PU dan Pengairan adalah lembaga pemerintahan yang bersinggungan langsung dengan Sumur Pompa Dalam. Setelah dilakukan proses *brainstorming* dan wawancara dengan Dinas PU dan Pengairan diperoleh alternatif strategi seperti pada tabel 4.15 berikut.

Tabel 4. 15 Alternatif Strategi Dinas PU dan Pengairan

Index	Strategi (Melakukan mediasi)	Kuantitas mediasi
S1.1	Menyelesaikan mediasi dalam 3 tahun	15
S1.2	Menyelesaikan mediasi dalam 2 tahun	23
S1.3	Menyelesaikan mediasi dalam 1 tahun	45

Jumlah Sumur Pompa Dalam di Kabupaten Madiun sebanyak 134 unit. Jika Dinas PU dan Pengairan menargetkan proses mediasi selesai dalam 3 tahun, Dinas PU dan Pengairan harus dapat melakukan mediasi sebanyak 15 kali per musim tanam selama 3 tahun. Begitupula jika dinas PU dan Pengairan ingin menargetkan lebih cepat. Mediasi yang dilakukan harus seperti yang ada pada tabel 4.15.

2. Kelompok Tani

Kelompok Tani berperan sebagai pengguna Sumur Pompa Dalam. Setelah dilakukan proses *brainstorming* dan wawancara dengan Dinas PU & Pengairan diperoleh alternatif strategi seperti pada tabel 4.16 berikut.

Tabel 4. 16 Alternatif Strategi Kelompok Tani

Index	Strategi (Penggunaan Sumur Pompa Dalam)	Persentase
S2.1	Tidak ada Kelompok Tani yang menggunakan Sumur Pompa Dalam	0%
S2.2	Sebagian kecil Kelompok Tani menggunakan Sumur Pompa Dalam	20%
S2.4	Sebagian besar Kelompok Tani menggunakan Sumur Pompa Dalam	80%
S2.5	Seluruh Kelompok Tani menggunakan Sumur Pompa Dalam	100%

Tabel 4.16 menjelaskan persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam oleh Kelompok Tani berdasarkan jumlah mediasi yang dilakukan oleh Dinas PU & Pengairan. Misalnya, ketika Dinas PU & Pengairan melakukan mediasi sebesar 20 kali dan persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam oleh Kelompok Tani sebesar 50%, maka akan didapat pemberdayaan Sumur Pompa Dalam Sebesar 10 unit. ketika Dinas PU & Pengairan melakukan mediasi sebesar 20 kali dan persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam oleh Kelompok Tani sebesar 100%, maka akan didapat pemberdayaan Sumur Pompa Dalam Sebesar 20 unit. Dalam tabel tersebut terdapat dua nilai yang diasumsikan yaitu nilai 20% dan nilai 80%. Nilai 20% digunakan untuk melambangkan jika setelah mediasi, Sumur Pompa Dalam hanya digunakan sebagai sebagian kecil Kelompok Tani saja. Nilai 80% digunakan untuk melambangkan jika setelah mediasi, Sumur Pompa Dalam digunakan oleh sebagian besar Kelompok Tani.

3. Himpunan Petani Pemakai Air (HIPPA)

HIPPA berperan sebagai pihak yang menentukan tarif Sumur Pompa Dalam. Setelah dilakukan proses *brainstorming* dan wawancara dengan Dinas PU & Pengairan diperoleh alternatif strategi seperti pada tabel 4.16 berikut.

Tabel 4. 17 Alternatif Strategi HIPPA

Index	Strategi (Profit Margin)	Persentase
S3.1	Profit margin 1 %	1%
S3.2	Profit margin 2 %	2%
S3.3	Profit margin 3 %	3%
S3.4	Profit margin 4 %	4%

Sebelumnya telah dilakukan uji pada model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam (*excell*) dan diketahui bahwa margin profit dengan persentase bilangan bulat terbesar agar petani untung dalam menggunakan Sumur Pompa Dalam adalah 4%. Oleh karena itu, margin profit yang pada tabel 4. 17 hanya sampai 4%. Dalam hal ini nilai margin profit yang digunakan untuk tiap – tiap strategi dibatasi hanya persentase bilangan bulat saja.

4.2.2 Formulasi Alternatif Skenario

Dari alternatif strategi yang telah diformulasikan, setiap pemain dapat memainkan berbagai alterternatif strategi tersebut. Setiap satu kombinasi strategi yang dipilih oleh masing – masing pemain disebut sebagai suatu skenario. Skenario ini nantinya akan menjadi input dari model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam (*excell*) yang telah dibuat sebelumnya. Jumlah skenario didalam *game* ini sebanyak 80 skenario yang merupakan hasil kombinasi dari alternatif keputusan ketiga pemain. 80 skenario tersebut dapat diformulasikan seperti pada gambar 4.14 berikut.

		Kelompok Tani				S3.1	S3.2	S3.3	S3.4
		S2.1	S2.2	S2.4	S2.5				
Dinas PU & Pengairan	S1.1	SKENARIO 1	SKENARIO 13	SKENARIO 25	SKENARIO 37	S3.1	HIPPA	S3.2	S3.3
		SKENARIO 2	SKENARIO 14	SKENARIO 26	SKENARIO 38	S3.2			
		SKENARIO 3	SKENARIO 15	SKENARIO 27	SKENARIO 39	S3.3			
		SKENARIO 4	SKENARIO 16	SKENARIO 28	SKENARIO 40	S3.4			
	S1.2	SKENARIO 5	SKENARIO 17	SKENARIO 29	SKENARIO 41	S3.1			
		SKENARIO 6	SKENARIO 18	SKENARIO 30	SKENARIO 42	S3.2			
		SKENARIO 7	SKENARIO 19	SKENARIO 31	SKENARIO 43	S3.3			
		SKENARIO 8	SKENARIO 20	SKENARIO 32	SKENARIO 44	S3.4			
	S1.3	SKENARIO 9	SKENARIO 21	SKENARIO 33	SKENARIO 45	S3.1			
		SKENARIO 10	SKENARIO 22	SKENARIO 34	SKENARIO 46	S3.2			
		SKENARIO 11	SKENARIO 23	SKENARIO 35	SKENARIO 47	S3.3			
		SKENARIO 12	SKENARIO 24	SKENARIO 36	SKENARIO 48	S3.4			

Gambar 4. 14 Formulasi Alternatif Skenario

Dari gambar 4.14 tersebut dapat diketahui bahwa setiap satu skenario mewakili satu alternatif keputusan dari masing – masing pemain. Misalnya skenario 1 adalah kombinasi dari strategi S1.1, S2.1 DAN S3.1. Untuk lebih jelasnya, kombinasi strategi antar pemain dapat dilihat pada tabel 4.18 berikut.

Tabel 4. 18 Skenario Pengambilan Keputusan

Skenario	Dinas PU & Pengairan	Kelompok Tani	HIPPA
1	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 0%	Profit margin 1 %
2	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 0%	Profit margin 2 %
3	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 0%	Profit margin 3 %
4	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 0%	Profit margin 4 %

Tabel 4. 18 Skenario Pengambilan Keputusan (Lanjutan)

Skenario	Dinas PU & Pengairan	Kelompok Tani	HIPPA
5	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 0%	Profit margin 1 %
6	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 0%	Profit margin 2 %
7	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 0%	Profit margin 3 %
8	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 0%	Profit margin 4 %
9	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 0%	Profit margin 1 %
10	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 0%	Profit margin 2 %
11	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 0%	Profit margin 3 %
12	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 0%	Profit margin 4 %
13	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 20%	Profit margin 1 %
14	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 20%	Profit margin 2 %
15	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 20%	Profit margin 3 %
16	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 20%	Profit margin 4 %
17	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 20%	Profit margin 1 %
18	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 20%	Profit margin 2 %
19	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 20%	Profit margin 3 %

Tabel 4. 18 Skenario Pengambilan Keputusan (Lanjutan)

Skenario	Dinas PU & Pengairan	Kelompok Tani	HIPPA
20	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 20%	Profit margin 4 %
21	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 20%	Profit margin 1 %
22	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 20%	Profit margin 2 %
23	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 20%	Profit margin 3 %
24	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 20%	Profit margin 4 %
25	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 80%	Profit margin 1 %
26	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 80%	Profit margin 2 %
27	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 80%	Profit margin 3 %
28	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 80%	Profit margin 4 %
29	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 80%	Profit margin 1 %
30	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 80%	Profit margin 2 %
31	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 80%	Profit margin 3 %
32	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 80%	Profit margin 4 %
33	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 80%	Profit margin 1 %
34	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 80%	Profit margin 2 %

Tabel 4. 18 Skenario Pengambilan Keputusan (Lanjutan)

Skenario	Dinas PU & Pengairan	Kelompok Tani	HIPPA
35	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 80%	Profit margin 3 %
36	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 80%	Profit margin 4 %
37	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 100%	Profit margin 1 %
38	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 100%	Profit margin 2 %
39	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 100%	Profit margin 3 %
40	Melakukan mediasi 15 kali/ musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 100%	Profit margin 4 %
41	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 100%	Profit margin 1 %
42	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 100%	Profit margin 2 %
43	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 100%	Profit margin 3 %
44	Melakukan mediasi 23 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 100%	Profit margin 4 %
45	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 100%	Profit margin 1 %
46	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 100%	Profit margin 2 %
47	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 100%	Profit margin 3 %
48	Melakukan mediasi 45 kali / musim tanam	Persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam 100%	Profit margin 4 %

Nilai dari setiap skenario pada tabel 4.18 tersebut selanjutnya akan dijadikan sebagai input untuk model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam (*excell*).

4.2.3 Hasil *Running* Skenario

Setelah didapatkan alternatif skenario, masing – masing skenario di *running* dengan model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam (*excell*) yang telah dibuat sebelumnya. Tujuannya adalah untuk mengetahui benefit yang didapat oleh masing – masing pemain. Benefit inilah yang nantinya akan menjadi *matrix payoff*. Hasil *running* dengan menggunakan model pemberdayaan Sumur Pompa Dalam dapat dilihat pada tabel 4.19 dan 4.20. Tabel 4.19 memaparkan komponen – komponen utama dalam yang mempengaruhi *value* bagi masing – masing *stakeholder*. Untuk lebih jelasnya, tabel 4.19 dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 4. 19 Komponen – Komponen Utama yang Mempengaruhi *value* bagi Masing – Masing Stakeholder dari Hasil *Running* Skenario dengan Menggunakan Model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam

Skeneraio	Dinas PU & Pengairan		Kelompok Tani		HIPPA	
	Keuntungan yang didapat oleh Dinas dari hasil pemberdayaan Sumur Pompa Dalam	Anggaran Tambahan yang Harus Dikeluarkan Dinas PU dan Pengairan untuk memberdayakan Sumur Pompa Dalam	Biaya Sumur Pantek yang harus dikeluarkan Kelompok Tani untuk melakukan proses irigasi	Biaya Sumur Pompa Dalam yang dikeluarkan Kelompok Tani untuk melakukan proses irigasi	Revenue yang diperoleh HIPPA dari hasil Penggunaan Sumur Pompa Dalam	Biaya Operasional yang dikeluarkan oleh HIPPA dari penggunaan Sumur Pompa Dalam
1	Rp -	Rp 144.945.986	Rp 52.428.471.332	Rp -	Rp -	Rp -
2	Rp -	Rp 144.945.986	Rp 52.428.471.332	Rp -	Rp -	Rp -
3	Rp -	Rp 144.945.986	Rp 52.428.471.332	Rp -	Rp -	Rp -
4	Rp -	Rp 144.945.986	Rp 52.428.471.332	Rp -	Rp -	Rp -
5	Rp -	Rp 222.250.512	Rp 52.428.471.332	Rp -	Rp -	Rp -
6	Rp -	Rp 222.250.512	Rp 52.428.471.332	Rp -	Rp -	Rp -
7	Rp -	Rp 222.250.512	Rp 52.428.471.332	Rp -	Rp -	Rp -
8	Rp -	Rp 222.250.512	Rp 52.428.471.332	Rp -	Rp -	Rp -
9	Rp -	Rp 434.837.959	Rp 52.428.471.332	Rp -	Rp -	Rp -
10	Rp -	Rp 434.837.959	Rp 52.428.471.332	Rp -	Rp -	Rp -
11	Rp -	Rp 434.837.959	Rp 52.428.471.332	Rp -	Rp -	Rp -
12	Rp -	Rp 434.837.959	Rp 52.428.471.332	Rp -	Rp -	Rp -
13	Rp -	Rp 155.140.887	Rp 46.396.518.027	Rp 5.819.511.709	Rp 5.812.193.195	Rp 5.813.632.769
14	Rp -	Rp 144.945.986	Rp 46.396.518.027	Rp 5.877.130.637	Rp 5.869.739.662	Rp 5.813.632.769
15	Rp -	Rp 144.945.986	Rp 46.396.518.027	Rp 5.934.749.565	Rp 5.927.286.129	Rp 5.813.632.769
16	Rp -	Rp 144.945.986	Rp 46.396.518.027	Rp 5.992.368.493	Rp 5.984.832.597	Rp 5.813.632.769
17	Rp -	Rp 235.843.713	Rp 44.385.866.925	Rp 7.759.348.946	Rp 7.749.590.927	Rp 7.751.510.359

Tabel 4. 19 Komponen – Komponen Utama yang Mempengaruhi *value* bagi Masing – Masing Stakeholder dari Hasil *Running* Skenario dengan Menggunakan Model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam (Lanjutan)

Skeneraio	Dinas PU & Pengairan		Kelompok Tani		HIPPA	
	Keuntungan yang didapat oleh Dinas dari hasil pemberdayaan Sumur Pompa Dalam	Anggaran Tambahan yang Harus Dikeluarkan Dinas PU dan Pengairan untuk memberdayakan Sumur Pompa Dalam	Biaya Sumur Pantek yang harus dikeluarkan Kelompok Tani untuk melakukan proses irigasi	Biaya Sumur Pompa Dalam yang dikeluarkan Kelompok Tani untuk melakukan proses irigasi	Revenue yang diperoleh HIPPA dari hasil Penggunaan Sumur Pompa Dalam	Biaya Operasional yang dikeluarkan oleh HIPPA dari penggunaan Sumur Pompa Dalam
18	Rp -	Rp 222.250.512	Rp 44.385.866.925	Rp 7.836.174.183	Rp 7.826.319.550	Rp 7.751.510.359
19	Rp -	Rp 222.250.512	Rp 44.385.866.925	Rp 7.912.999.420	Rp 7.903.048.173	Rp 7.751.510.359
20	Rp -	Rp 222.250.512	Rp 44.385.866.925	Rp 7.989.824.657	Rp 7.979.776.796	Rp 7.751.510.359
21	Rp -	Rp 465.422.661	Rp 34.332.611.416	Rp 17.458.535.128	Rp 17.436.579.585	Rp 17.440.898.308
22	Rp -	Rp 434.837.959	Rp 34.332.611.416	Rp 17.631.391.911	Rp 17.609.218.987	Rp 17.440.898.308
23	Rp -	Rp 434.837.959	Rp 34.332.611.416	Rp 17.804.248.695	Rp 17.781.858.388	Rp 17.440.898.308
24	Rp -	Rp 434.837.959	Rp 34.332.611.416	Rp 17.977.105.478	Rp 17.954.497.790	Rp 17.440.898.308
25	Rp -	Rp 185.725.588	Rp 28.300.658.110	Rp 23.278.046.837	Rp 23.248.772.780	Rp 23.254.531.077
26	Rp -	Rp 144.945.986	Rp 28.300.658.110	Rp 23.508.522.548	Rp 23.478.958.649	Rp 23.254.531.077
27	Rp -	Rp 144.945.986	Rp 28.300.658.110	Rp 23.738.998.260	Rp 23.709.144.518	Rp 23.254.531.077
28	Rp -	Rp 144.945.986	Rp 28.300.658.110	Rp 23.969.473.971	Rp 23.939.330.387	Rp 23.254.531.077
29	Rp -	Rp 259.998.523	Rp 18.260.759.920	Rp 32.964.248.032	Rp 32.923.707.114	Rp 32.935.894.778
30	Rp -	Rp 199.622.849	Rp 18.260.759.920	Rp 33.290.626.725	Rp 33.249.684.412	Rp 32.935.894.778
31	Rp -	Rp 199.622.849	Rp 18.260.759.920	Rp 33.617.005.419	Rp 33.575.661.710	Rp 32.935.894.778
32	Rp -	Rp 199.622.849	Rp 18.260.759.920	Rp 33.943.384.112	Rp 33.901.639.008	Rp 32.935.894.778
33	Rp -	Rp 287.483.205	Rp 7.273.502.622	Rp 43.560.427.580	Rp 43.512.084.468	Rp 43.533.885.659
34	Rp -	Rp 203.662.717	Rp 7.273.502.622	Rp 43.991.718.942	Rp 43.942.897.186	Rp 43.533.885.659

Tabel 4. 19 Komponen – Komponen Utama yang Mempengaruhi *value* bagi Masing – Masing Stakeholder dari Hasil *Running* Skenario dengan Menggunakan Model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam (Lanjutan)

Skeneraio	Dinas PU & Pengairan		Kelompok Tani		HIPPA	
	Keuntungan yang didapat oleh Dinas dari hasil pemberdayaan Sumur Pompa Dalam	Anggaran Tambahan yang Harus Dikeluarkan Dinas PU dan Pengairan untuk memberdayakan Sumur Pompa Dalam	Biaya Sumur Pantek yang harus dikeluarkan Kelompok Tani untuk melakukan proses irigasi	Biaya Sumur Pompa Dalam yang dikeluarkan Kelompok Tani untuk melakukan proses irigasi	<i>Revenue</i> yang diperoleh HIPPA dari hasil Penggunaan Sumur Pompa Dalam	Biaya Operasional yang dikeluarkan oleh HIPPA dari penggunaan Sumur Pompa Dalam
35	Rp -	Rp 203.662.717	Rp 7.273.502.622	Rp 44.423.010.304	Rp 44.373.709.903	Rp 43.533.885.659
36	Rp -	Rp 203.662.717	Rp 7.273.502.622	Rp 44.854.301.667	Rp 44.804.522.621	Rp 43.533.885.659
37	Rp -	Rp 181.163.317	Rp 22.328.203.564	Rp 29.040.160.718	Rp 29.003.669.189	Rp 29.011.022.202
38	Rp -	Rp 130.188.814	Rp 22.328.203.564	Rp 29.327.687.062	Rp 29.290.834.230	Rp 29.011.022.202
39	Rp -	Rp 130.188.814	Rp 22.328.203.564	Rp 29.615.213.405	Rp 29.577.999.272	Rp 29.011.022.202
40	Rp -	Rp 130.188.814	Rp 22.328.203.564	Rp 29.902.739.749	Rp 29.865.164.313	Rp 29.011.022.202
41	Rp -	Rp 222.375.314	Rp 13.294.883.203	Rp 37.753.644.912	Rp 37.708.862.421	Rp 37.723.216.899
42	Rp -	Rp 152.883.805	Rp 13.294.883.203	Rp 38.127.443.376	Rp 38.082.217.495	Rp 37.723.216.899
43	Rp -	Rp 152.883.805	Rp 13.294.883.203	Rp 38.501.241.841	Rp 38.455.572.568	Rp 37.723.216.899
44	Rp -	Rp 152.883.805	Rp 13.294.883.203	Rp 38.875.040.305	Rp 38.828.927.642	Rp 37.723.216.899
45	Rp -	Rp 241.602.626	Rp 4.506.311.866	Rp 46.227.753.650	Rp 46.178.086.444	Rp 46.198.706.898
46	Rp -	Rp 154.374.698	Rp 4.506.311.866	Rp 46.685.454.182	Rp 46.635.295.220	Rp 46.198.706.898
47	Rp -	Rp 154.374.698	Rp 4.506.311.866	Rp 47.143.154.713	Rp 47.092.503.997	Rp 46.198.706.898
48	Rp -	Rp 154.374.698	Rp 4.506.311.866	Rp 47.600.855.244	Rp 47.549.712.774	Rp 46.198.706.898

Tabel 4.20 memaparkan *value* utama bagi masing – masing *stakeholder* yang akan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan. Untuk lebih jelasnya, tabel 4.19 dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 4. 20 Hasil *Running* Skenario Pengambilan Keputusan dengan Model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam

Skeneraio	Anggaran Tambahn oleh Dinas PU dan Pengairan	Biaya irigasi yang dikeluarkan oleh Petani	Keuntungan hasil operasi sumur pompa dalam oleh HIPPA
1	Rp 144.945.986	Rp 52.428.471.332	Rp -
2	Rp 144.945.986	Rp 52.428.471.332	Rp -
3	Rp 144.945.986	Rp 52.428.471.332	Rp -
4	Rp 144.945.986	Rp 52.428.471.332	Rp -
5	Rp 222.250.512	Rp 52.428.471.332	Rp -
6	Rp 222.250.512	Rp 52.428.471.332	Rp -
7	Rp 222.250.512	Rp 52.428.471.332	Rp -
8	Rp 222.250.512	Rp 52.428.471.332	Rp -
9	Rp 434.837.959	Rp 52.428.471.332	Rp -
10	Rp 434.837.959	Rp 52.428.471.332	Rp -
11	Rp 434.837.959	Rp 52.428.471.332	Rp -
12	Rp 241.602.626	Rp 52.428.471.332	Rp -
13	Rp 155.140.887	Rp 52.208.711.222	Rp 8.755.326
14	Rp 144.945.986	Rp 52.266.257.689	Rp 56.106.893
15	Rp 144.945.986	Rp 52.323.804.156	Rp 113.653.360
16	Rp 144.945.986	Rp 52.381.350.623	Rp 171.199.827
17	Rp 235.843.713	Rp 52.135.457.851	Rp 11.673.768
18	Rp 222.250.512	Rp 52.212.186.474	Rp 74.809.191
19	Rp 222.250.512	Rp 52.288.915.097	Rp 151.537.814
20	Rp 222.250.512	Rp 52.365.643.720	Rp 228.266.437
21	Rp 465.422.661	Rp 51.769.191.000	Rp 26.265.978
22	Rp 434.837.959	Rp 51.941.830.402	Rp 168.320.679
23	Rp 434.837.959	Rp 52.114.469.804	Rp 340.960.081
24	Rp 434.837.959	Rp 52.287.109.206	Rp 513.599.482
25	Rp 185.725.588	Rp 51.549.430.890	Rp 35.021.305
26	Rp 144.945.986	Rp 51.779.616.759	Rp 224.427.572
27	Rp 144.945.986	Rp 52.009.802.628	Rp 454.613.441
28	Rp 144.945.986	Rp 52.239.988.497	Rp 684.799.310
29	Rp 259.998.523	Rp 51.184.467.033	Rp 48.188.010
30	Rp 199.622.849	Rp 51.510.444.331	Rp 313.789.634
31	Rp 199.622.849	Rp 51.836.421.630	Rp 639.766.932

Tabel 4.20 Hasil *Running* Skenario Pengambilan Keputusan dengan Model Pemberdayaan Sumur Pompa Dalam

Skeneraio	Anggaran Tambahan oleh Dinas PU dan Pengairan	Biaya irigasi yang dikeluarkan oleh Petani	Keuntungan hasil operasi sumur pompa dalam oleh HIPPA
32	Rp 199.622.849	Rp 52.162.398.928	Rp 965.744.230
33	Rp 287.483.205	Rp 50.785.587.090	Rp 62.019.297
34	Rp 203.662.717	Rp 51.216.399.808	Rp 409.011.527
35	Rp 203.662.717	Rp 51.647.212.525	Rp 839.824.244
36	Rp 203.662.717	Rp 52.078.025.243	Rp 1.270.636.962
37	Rp 181.163.317	Rp 51.331.872.753	Rp 43.621.490
38	Rp 130.188.814	Rp 51.619.037.794	Rp 279.812.029
39	Rp 130.188.814	Rp 51.906.202.835	Rp 566.977.070
40	Rp 130.188.814	Rp 52.193.367.877	Rp 854.142.112
41	Rp 222.375.314	Rp 51.003.745.624	Rp 55.137.031
42	Rp 152.883.805	Rp 51.377.100.697	Rp 359.000.595
43	Rp 152.883.805	Rp 51.750.455.771	Rp 732.355.669
44	Rp 152.883.805	Rp 52.123.810.844	Rp 1.105.710.742
45	Rp 241.602.626	Rp 50.684.398.310	Rp 66.607.474
46	Rp 154.374.698	Rp 51.141.607.086	Rp 436.588.322
47	Rp 154.374.698	Rp 51.598.815.863	Rp 893.797.099
48	Rp 154.374.698	Rp 52.056.024.640	Rp 1.351.005.876

Ketiga *value* yang terdapat pada tabel tersebut merupakan nilai *Net Present Value* (NPV) dari masing – masing *value* per musim tanam. Misalnya *Value* anggaran tambahan oleh Dinas PU dan Pengairan pada skenario 48 adalah *Net Present Value* dari anggaran tambahan oleh Dinas PU dan Pengairan mulai dari musim tanam 2017 periode 1 hingga musim tanam 2019 periode 3 jika seandainya Dinas PU dan Pengairan melakukan mediasi 45 kali/musim, persentase penerimaan mediasi oleh Kelompok Tani 100% dan profit margin HIPPA sebesar 4%. Nilai dari masing – masing skenario yang ada pada tabel 4. 19 tersebut selanjutnya akan digunakan untuk memformulasikan *matrix payoff*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

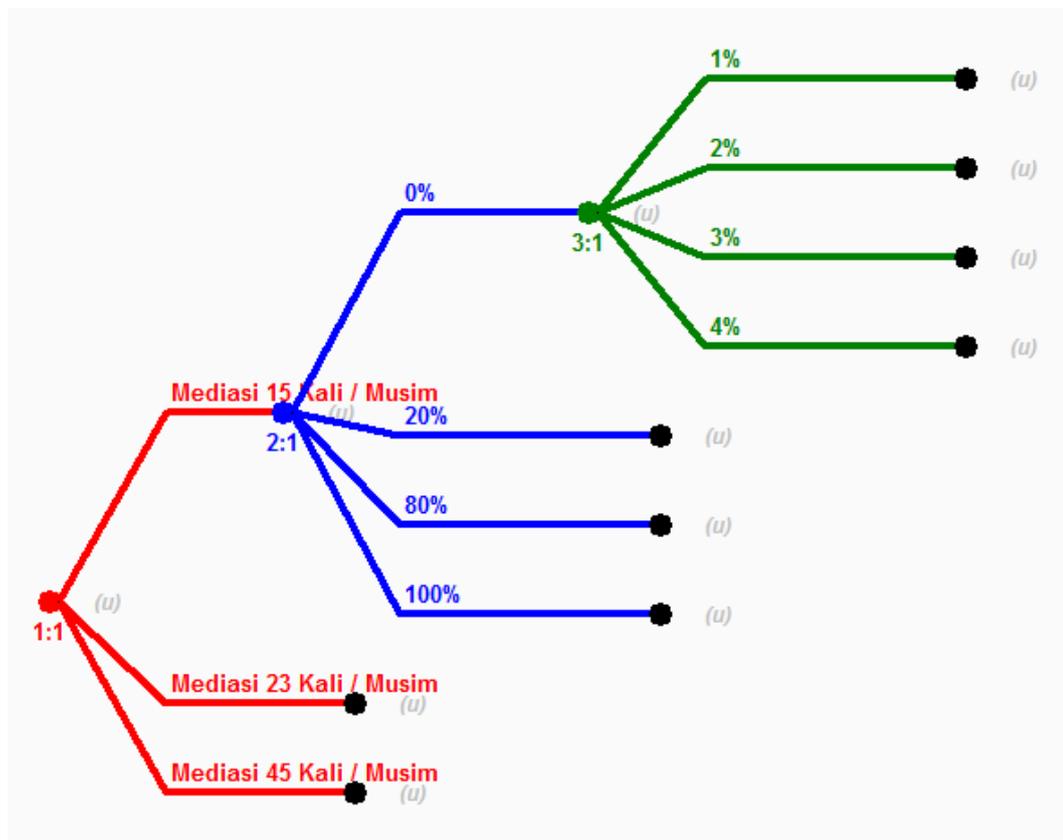
BAB 5

ANALISIS

Pada bagian ini akan dilakukan analisis terhadap model *game theory*. Bagian ini terdiri dari *payoff matrix formulation* dan analisis *equilibrium point*.

5.1 Payoff Matrix Formulation

Sebelum dilakukan proses analisis equilibrium point, terlebih dahulu dilakukan formulasi *matrix payoff*. Formulasi matrix payoff dilakukan dengan model extensive game dan strategi game. Gambar 5.1 berikut adalah formulasi matrix payoff dengan extensive game.



Gambar 5. 1 Formulasi *Matrix Payoff* dengan Model *Extensive Game*

Pada gambar 5.1 garis cabang merah merupakan alternatif strategi dari Dinas Pu dan Pengairan. Pada garis merah tersebut terdapat 3 cabang yang merepresentasikan

3 alternatif strategi yang dimiliki oleh Dinas PU & Pengairan. Garis cabang biru merupakan alternatif strategi dari Kelompok Tani. Pada garis biru tersebut terdapat 4 cabang yang merepresentasikan 4 alternatif strategi yang dimiliki oleh Kelompok Tani. Garis cabang hijau merupakan alternatif strategi dari HIPPA. Pada garis hijau tersebut terdapat 4 cabang yang merepresentasikan 4 alternatif strategi yang dimiliki oleh HIPPA.

Model *extensive game* yang telah dibuat tersebut tidak digunakan untuk menentukan *equilibrium point*. Untuk menyelesaikan equilibrium point digunakan akan digunakan model strategic game. Model *strategic game* dapat dilihat pada gambar 5.2.

		S2.1		S2.2		S2.3		S2.4					
S1.1	S3.1	-144945986	0	-52428471332	-155140887	8755326	-52208711222	-185725588	35021305	-51549430890	-181163317	43621490	-51331872753
	S3.2	-144945986	0	-52428471332	-144945986	56106893	-52266257689	-144945986	224427572	-51779616759	-130188814	279812029	-51619037794
	S3.3	-144945986	0	-52428471332	-144945986	113653360	-52323804156	-144945986	454613441	-52009802628	-130188814	566977070	-51906202835
	S3.4	-144945986	0	-52428471332	-144945986	171199827	-52381350623	-144945986	684799310	-52239988497	-130188814	854142112	-52193367877
S1.2	S3.1	-222250512	0	-52428471332	-235843713	11673768	-52135457851	-259998523	48188010	-51184467033	-222375314	55137031	-51003745624
	S3.2	-222250512	0	-52428471332	-222250512	74809191	-52212186474	-199622849	313789634	-51510444331	-152883805	359000595	-51377100697
	S3.3	-222250512	0	-52428471332	-222250512	151537814	-52288915097	-199622849	639766932	-51836421630	-152883805	732355669	-51750455771
	S3.4	-222250512	0	-52428471332	-222250512	228266437	-52365643720	-199622849	965744230	-51162398928	-152883805	1105710742	-52123810844
S1.3	S3.1	-434837959	0	-52428471332	-465422661	26265978	-51769191000	-287483205	62019297	-50785587090	-241602626	66607474	-50684398310
	S3.2	-434837959	0	-52428471332	-434837959	168320679	-51941830402	-203662717	409011527	-51216399808	-154374698	436588322	-51141607086
	S3.3	-434837959	0	-52428471332	-434837959	340960081	-52114469804	-203662717	839824244	-51647212525	-154374698	893797099	-51598815863
	S3.4	-434837959	0	-52428471332	-434837959	513599482	-52287109206	-203662717	1270636962	-52078025243	-154374698	1351005876	-52056024640

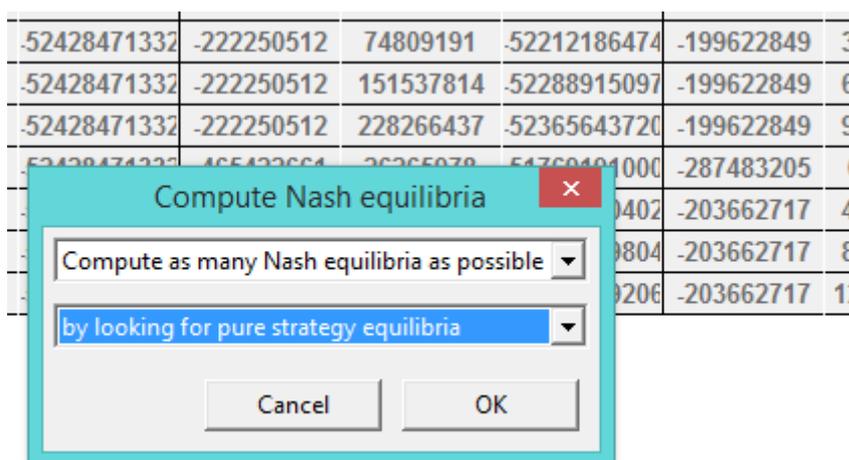
Gambar 5. 2 Formulasi *Matrix Payoff* dengan Model *Strategic Game*

Perlu diketahui bahwa *payoff* warna merah adalah milik Dinas PU dan Pengairan, *payoff* warna biru adalah milik Kelompok Tani dan *payoff* warna hijau adalah milik HIPPA. Nilai anggaran tambahan dan biaya irigasi pada tabel 4. 19 tersebut bernilai minus dikarenakan untuk melakukan penyesuaian terhadap *software gambit*.. Terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam, Dinas PU dan Pengairan mengharapkan agar nilai anggaran tambahan seminimal mungkin. Semakin kecil anggaran tambahan yang dikeluarkan semakin bagus. Oleh karena itu, ditambahkan nilai minus pada setiap *value* anggaran tambahan. Hal ini juga berlaku untuk biaya irigasi. Terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam, Kelompok Tani mengharapkan agar nilai biaya irigasi seminimal mungkin. Semakin kecil biaya irigasi yang dikeluarkan semakin bagus. Oleh karena itu, ditambahkan nilai minus pada *value* biaya irigasi.

Pada gambar 5.2 telah diformulasikan *matrix payoff* dengan *strategic game*. Nilai dari setiap kombinasi strategi (skenario) didapatkan dari hasil *running* skenario pada sub bab 4.2.3. Setiap nilai tersebut dimasukkan kedalam model *strategic game* seperti yang ada pada gambar 5.2.

5.2 Analisis Equilibrium Point

Setelah *matrix payoff* selesai di formulasikan, akan dilakukan analisis terhadap model *game theory* untuk mendapatkan *win – win solution*. Analisis ini dilakukan dengan *software gambit*. Cara mendapatkan *equilibrium point* adalah dengan menekan *icon* kalkulator, kemudian memilih kriteria *equilibrium point*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.3 berikut.

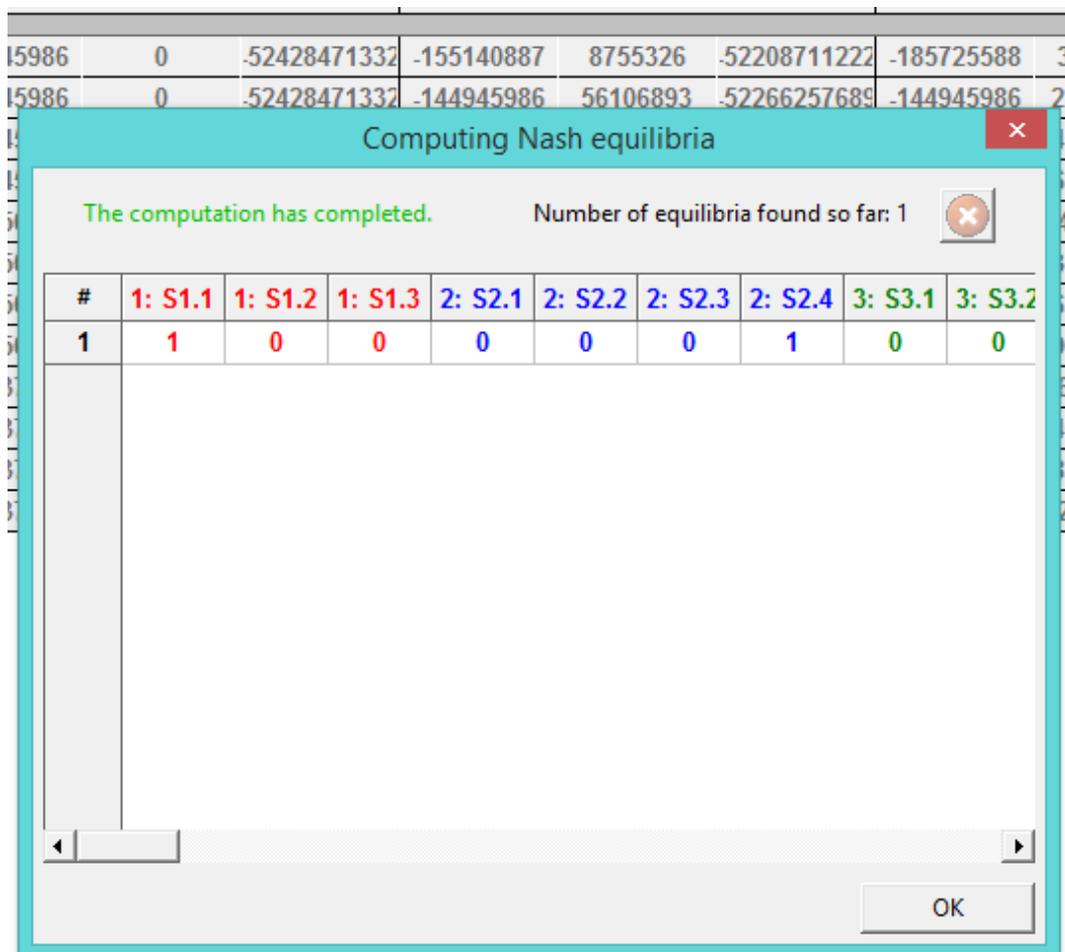


Gambar 5. 3 Penentuan Equilibrium Point dengan Software Gambit.

Ketika dipilih menu *compute as many Nash equilibria as possible*, akan muncul beberapa opsi penyelesaian sebagai berikut :

1. *Gambit's recommended method*
2. *By looking for pure strategy equilibria*
3. *By minimizing the Lyapunov function*
4. *By global Newton tracing*
5. *By iterated polymatrix approximation*
6. *By solving systems of polynomial equations*

Keenam opsi tersebut dicoba satu per satu dan diketahui bahwa yang menghasilkan *feasible solution* adalah opsi nomor 2, 4 dan 6. Opsi nomor 2 lebih komprehensif dibandingkan dengan dengan nomer 4 dalam menemukan *nash equilibria* dan lebih membentuk pola yang teratur dalam hal menemukan *nash equilibria* dibandingkan dengan nomor 6. Sehingga opsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah opsi nomor 2 yaitu dengan *pure strategy equilibria*. Setelah kriteria terpilih, selanjutnya dipilih tombol OK. Ketika tombol sudah dipilih akan keluar solusi seperti pada gambar 5.4 berikut.



Gambar 5. 4 Hasil Komputasi *Pure Nash Equilibrium* yang didapat dari *Software Gambit*

Dari gambar 5.4 tersebut diketahui bahwa *nash equilibrium* yang diperoleh dengan *software gambit* sebanyak 23 solusi. Untuk lebih jelasnya, 23 solusi tersebut dapat dilihat pada gambar 5.5 berikut.

Profiles ▾ Some equilibria in pure strategies in strategic game											
#	1: S1.1	1: S1.2	1: S1.3	2: S2.1	2: S2.2	2: S2.3	2: S2.4	3: S3.1	3: S3.2	3: S3.3	3: S3.4
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

Gambar 5.5 Nash Equilibrium Point dari Hasil Komputasi *Software Gambit*

Dari gambar 5.5, selanjutnya akan dilakukan analisis terhadap *Nash equilibrium* yang didapat. *Nash equilibrium* yang didapat pada *matrix payoff* yang telah diformulasikan adalah skenario 40. Ketika *player* 1 (Dinas PU dan Pengairan) menggunakan strategi S1.1 yaitu melakukan mediasi 15 kali per musim, *best respon* strategi dari *player* 2 (Kelompok Tani) adalah menggunakan sumur pompa dalam 100% dan *player* 3 (HIPPA) adalah mengambil *profit margin* sebanyak 4%. Ketika kondisi ini terjadi, *value* dari *game* yang didapatkan oleh Dinas PU dan Pengairan sebesar Rp -130.188.814, Kelompok Tani sebesar Rp -52.193.367.877 dan HIPPA adalah Rp 854.142.112. Dimana *value* tersebut adalah *Net Present Value* dari masing – masing periode musim tanam mulai dari 2017 periode 1 hingga 2019 periode 3.

Nash equilibrium didalam *game theory* adalah *best respon* strategi ketika *player* yang lain menggunakan stretegi tertentu. Dilihat dari sudut pandang Dinas PU dan Pengairan, keputusan yang diambil terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam harus dapat meminimalkan anggaran tambahan yang harus dikeluarkan. Ada dua komponen utama yang mempengaruhi anggaran tambahan dari Dinas PU & Pengairan yaitu biaya mediasi dan *supply* biaya *maintenance*. Semakin sedikit jumlah mediasi yang dilakukan maka akan menyebabkan anggaran tambahan akan semakin kecil. Akan tetapi kemungkinan Kelompok Tani untuk menggunakan Sumur Pompa Dalam juga semakin kecil.

Dilihat dari sudut pandang Kelompok Tani, keputusan yang diambil terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam harus dapat memberikan kesejahteraan untuknya. Indikator kesejahteraan Kelompok Tani salah satunya dapat dilihat dari turunnya biaya irigasi jika terjadi pemberdayaan Sumur Pompa

Dalam. Biaya irigasi akan turun jika semakin banyak Sumur Pompa Dalam yang dimanfaatkan. Ini akan terwujud jika Sumur Pompa Dalam dapat dimanfaatkan seluruhnya dan *profit margin* yang diambil oleh HIPPA seminimum mungkin.

Dilihat dari Sudut pandang HIPPA, keputusan yang diambil terkait dengan pemberdayaan Sumur Pompa Dalam harus dapat memberikan keuntungan semaksimal mungkin untuknya. Keuntungan akan naik jika semakin banyak Sumur Pompa Dalam yang digunakan oleh Kelompok Tani dan *profit margin* yang diambil oleh HIPPA semakin besar. Disisi lain semakin besar profit margin yang diambil, akan menyebabkan biaya irigasi dengan menggunakan Sumur Pompa Dalam semakin mahal. Ketika keputusan hanya dilihat dari masing – masing sudut pandang stakeholder saja, *win – win solution* tidak akan dapat ditemukan. Akan tetapi ketika ketiga sudut pandang dari masing – masing *stakeholder* dipertimbangkan didapatkan bahwa *win – win solution* ada pada skenario 40.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

- **Tabel Spesifikasi Sumur Pompa Dalam**

NO	NOMOR SUMUR (SDKM)	LOKASI		BAKU SAWAH (Ha)	MESIN PENGGERAK			
		DESA	KECAMATAN		DEBIT	TYPE	DAYA (HP)	DAYA (kVA)
1	539	Dempelan	Madiun	28,09	25,00	F3L-912	32	23,872
2	540	Sukosari	Dagangan	31,70	25,00	F3L-912	32	23,872
3	541	Palur	Kebonsari	43,00	30,00	F3L-912	32	23,872
4	542	Munggut	Wungu	31,75	30,00	F3L-912	32	23,872
5	543	Sirapan	Madiun	33,20	30,00	F3L-912	32	23,872
6	544	Garon	Balerejo	47,90	30,00	F3L-912	32	23,872
7	545	Wonoayu	P. Kenceng	45,00	30,00	F3L-912	32	23,872
8	546	Pilangkenceng	Pilangkenceng	46,30	30,00	F 3 L 912	35	26,11
9	547	Gandul	P. Kenceng	28,32	30,00	F3L-912	32	23,872
10	548	Bulu	P. Kenceng	30,00	30,00	F3L-912	32	23,872
11	549	Kincang Wetan	Jiwan	15,70	30,00	F3L-912	32	23,872
12	550	Betek	Madiun	47,50	30,00	F3L-912	32	23,872
13	552	Babadan	Balerejo	54,80	30,00	F3L-912	32	23,872
14	553	Kertosari	Geger	46,00	12,00	D229-03	35	26,11
15	554	Purworejo	Geger	36,50	12,00	D229-03	35	26,11
16	555	Warurejo	Balerejo	42,10	20,00	D229-03	35	26,11
17	556	Kaligunting	Mejayan	40,00	30,00	F3L-912	32	23,872
18	557	Sidorejo	Saradan	64,15	12,00	D229-03	35	26,11
19	558	Bancong	Wonoasri	30,95	30,00	F3L-912	32	23,872

NO	NOMOR SUMUR (SDKM)	LOKASI		BAKU SAWAH (Ha)	MESIN PENGGERAK			
		DESA	KECAMATAN		DEBIT	TYPE	DAYA (HP)	DAYA (kVA)
20	559	Sidomulyo	Sawahan	35,50	30,00	F3L-912	32	23,872
21	561	Sukolilo	Jiwan	47,82	12,00	F4L-912	42	31,332
22	563	Muneng	P. Kenceng	48,00	30,00	F3L-912	32	23,872
23	564	Wonoasri	Wonoasri	28,57	30,00	F3L-912	32	23,872
24	565	Dimong	Madiun	60,46	30,00	F3L-912	32	23,872
25	566	Ngale	P. Kenceng	51,00	20,00	F3L-912	32	23,872
26	567	Dolopo	Dolopo	45,90	7,50	D229-03	35	26,11
27	569	Jatisari	Geger	43,60	30,00	F3L-912	32	23,872
28	570	Blabakan	Mejayan	45,00	20,00	D229-03	35	26,11
29	571	Bangunsari	Dolopo	15,20	25,00	F3L-912	32	23,872
30	572	Sambirejo	Saradan	44,00	20,00	F3L-912	32	23,872
31	573	Krokeh	Sawahan	32,20	30,00	F3L-912	32	23,872
32	574	Tapelan	Balerejo	29,10	30,00	F3L-912	32	23,872
33	575	Kaliabu	Mejayan	50,00	20,00	D229-03	35	26,11
34	576	Ngadirejo	Wonoasri	34,00	30,00	F3L-912	32	23,872
35	577	Bakur	Sawahan	45,00	30,00	F3L-912	32	23,872
36	578	Tulungrejo	Madiun	52,33	30,00	F3L-912	32	23,872
37	579	Darmorejo	Mejayan	35,82	30,00	F3L-912	32	23,872
38	581	Jatirejo	Wonoasri	31,95	30,00	F3L-912	32	23,872
39	582	Banjarsari	Madiun	51,00	30,00	F3L. 912	32	23,872
40	584	Kedungrejo	Balerejo	56,00	20,00	D229-03	35	26,11
41	585	Sumbergandu	P. Kenceng	31,65	30,00	F3L-912	32	23,872

NO	NOMOR SUMUR (SDKM)	LOKASI		BAKU SAWAH (Ha)	MESIN PENGGERAK			
		DESA	KECAMATAN		DEBIT	TYPE	DAYA (HP)	DAYA (kVA)
42	586	Wonorejo	Mejayan	35,15	30,00	F3L-912	32	23,872
43	587	Bandungan	Saradan	40,00	25,00	D229-03	35	26,11
44	588	Klitik	Wonoasri	32,20	30,00	F3L. 912	32	23,872
45	589	Doho	Dolopo	31,00	20,00	D229-03	35	26,11
46	590	Kedondong	Kebonsari	40,00	25,00	D229-03	35	26,11
47	591	Nglanduk	Wungu	29,22	20,00	D229-03	35	26,11
48	592	Sumberejo	Madiun	25,00	30,00	F3L. 912	32	23,872
49	593	Lebakayu	Sawahan	34,05	30,00	F3L-912	32	23,872
50	594	Pacinan	Balerejo	41,10	20,00	D229-03	35	26,11
51	595	Luworo	P. Kenceng	27,00	20,00	D229-03	35	26,11
52	596	Klecorejo	Mejayan	31,20	30,00	F3L. 912	32	23,872
53	597	Banyukambang	Wonoasri	33,75	20,00	D229-03	35	26,11
54	598	Sambirejo	Geger	44,00	30,00	F3L-912	32	23,872
55	599	Ngetrep	Jiwan	37,00	30,00	F3L-912	32	23,872
56	600	Kebonsari	Kebonsari	42,75	20,00	D229-03	35	26,11
57	601	Pilangrejo	Wungu	39,15	25,00	F4L. 912	35	26,11
58	602	Pule	Sawahan	31,10	30,00	F3L-912	32	23,872
59	603	Cabean	Sawahan	35,65	30,00	F3L. 912	32	23,872
60	604	Kuwu	Balerejo	41,60	25,00	D229-03	35	26,11
61	605	Sebayi	Gemarang	21,70	12,00	F3L. 912	32	23,872
62	606	Pajaran / Pepe	Saradan	33,50	25,00	D229-03	35	26,11
63	607	Buduran	Wonoasri	40,00	25,00	D229-03	35	26,11

NO	NOMOR SUMUR (SDKM)	LOKASI		BAKU SAWAH (Ha)	MESIN PENGGERAK			
		DESA	KECAMATAN		DEBIT	TYPE	DAYA (HP)	DAYA (kVA)
64	608	Ketawang	Dolopo	30,10	30,00	F3L. 912	32	23,872
65	609	Kwangsen	Jiwan	26,50	30,00	F3L. 912	32	23,872
66	611	Mojopurno	Wungu	45,50	20,00	F3L-912	32	23,872
67	612	Bulakrejo	Balerejo	35,00	30,00	F3L. 912	32	23,872
68	613	Purwosari	Wonoasri	35,00	20,00	D229-03	35	26,11
69	614	Babadan	Balerejo	33,00	20,00	D229-03	35	26,11
70	615	Bantengan	Wungu	40,00	20,00	F3L. 912	32	23,872
71	616	Tanjungrejo	Madiun	40,00	20,00	D229-03	35	26,11
72	617	Kenongorejo	Pilangkenceng	34,00	20,00	F3L. 912	32	23,872
73	618	Wayut	Jiwan	30,00	30,00	F3L. 912	32	23,872
74	619	Rejosari	Kebonsari	31,70	30,00	F3L. 912	32	23,872
75	620	Sukosari	Dagangan	22,00	15,00	F3L. 912	32	23,872
76	621	Rejosari	Sawahan	44,00	30,00	F3L. 912	32	23,872
77	622	Palur	Kebonsari	40,00	25,00	D229-03	35	26,11
78	623	Duren	Pilangkenceng	45,00	30,00	F3L. 912	32	23,872
79	624	Sumbersari	Saradan	48,00	30,00	F3L. 912	32	23,872
80	625	Sidorejo	Wungu	45,00		F3L. 912	32	23,872
81	626	Kajang	Sawahan	40,00	30,00	F3L. 912	32	23,872
82	627	Krandegan	Kebonsari	50,00	20,00	D229-03	35	26,11
83	628	Bukur	Jiwan	38,00	20,00	D229-03	35	26,11
84	629	Singgahan	Kebonsari	60,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
85	630	Mojorejo	Kebonsari	40,00	30,00	F3L. 912	32	23,872

NO	NOMOR SUMUR (SDKM)	LOKASI		BAKU SAWAH (Ha)	MESIN PENGGERAK			
		DESA	KECAMATAN		DEBIT	TYPE	DAYA (HP)	DAYA (kVA)
86	631	Kepet	Dagangan	37,00	15,00	F 3 L 912	31,3 kVA	31,3
87	632	Uteran	Geger	30,00	15,00	F 3 L 912	31,3 kVA	31,3
88	633	Mojorayung	Wungu	50,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
89	634	Tempursari	Wungu	60,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
90	635	Golan	Sawah	48,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
91	636	Klagenserut	Jiwan	45,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
92	637	Glonggong	Balerejo	40,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
93	638	Simo	Balerejo	35,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
94	639	Klumutan	Saradan	35,00	25,00	F3L. 912	32	23,872
95	640	Kedungbanteng	Pilangkenceng	80,00	30,00	F3L. 912	35	26,11
96	641	Sukorejo	Saradan	50,00	30,00	F3L. 912	35	26,11
97	642	Kebonagung	Mejayan	35,00	30,00	F3L. 912	35	26,11
98	643	Plumpungrejo	Wonoasri	40,00	30,00	F3L. 912	35	26,11
99	644	Balerejo	Kebonsari	32,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
100	645	Kenongorejo	Pilangkenceng	91,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
101	646	Pajaran	Saradan	42,00	20,00	F 3 L 912	31,3 kVA	31,3
102	647	Sugihwaras	Saradan	45,00	20,00	F 3 L 912	31,3 kVA	31,3
103	648	Klecorejo	Mejayan	40,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
104	649	Darmorejo	Mejayan	38,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
105	650	Sidomulyo	Wonoasri	40,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
106	651	Pacinan	Balerejo	46,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
107	652	Jatisari	Geger	37,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11

NO	NOMOR SUMUR (SDKM)	LOKASI		BAKU SAWAH (Ha)	MESIN PENGGERAK			
		DESA	KECAMATAN		DEBIT	TYPE	DAYA (HP)	DAYA (kVA)
108	654	Pucanganom	Kebonsari	35,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
109	655	Kebonsari	Kebonsari	40,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
110	656	Kedondong	Kebonsari	42,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
111	657	Rejosari	Kebonsari	45,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
112	658	Kebonagung	Balerejo	40,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
113	659	Sogo	Balerejo	45,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
114	660	Mojopurno	Wungu	37,00	20,00	F 3 L 912	31,3 kVA	31,3
115	661	Sidodadi	Mejayan	41,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
116	662	Nglambangan	Wungu	39,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
117	663	Bancong	Wonoasri	36,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
118	664	Purwosari	Wonoasri	35,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
119	666	Pucangrejo	Sawahan	30,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
120	667	Kanung	Sawahan	41,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
121	668	Dempelan	Madiun	37,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
122	669	Betek	Madiun	39,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
123	671	Nglanduk	Wungu	40,00	20,00	F 3 L 912	31,3 kVA	31,3
124	672	Jogodayuh	Geger	40,00	20,00	F 3 L 912	31,3 kVA	31,3
125	673	Dawuhan	Pilangkenceng	30,00	20,00	F 3 L 912	31,3 kVA	31,3
126	674	Purworejo	Pilangkenceng	35,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
127	675	Krebet	Pilangkenceng	34,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
128	676	Kuwu	Balerejo	35,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11
129	677	Sebayi	Gemarang	25,00	15,00	F 3 L 912	31,3 kVA	31,3

NO	NOMOR SUMUR (SDKM)	LOKASI		BAKU SAWAH (Ha)	MESIN PENGGERAK			
		DESA	KECAMATAN		DEBIT	TYPE	DAYA (HP)	DAYA (kVA)
130	678	Blabakan	Mejayan	35,50	30,00	F 3 L 912	35	26,11
131	679	Banaran	Dolopo	35,00	20,00	F 3 L 912	31,3 kVA	31,3
132	680	Teguhan	Jiwan	36,00	20,00	F 3 L 912	35	26,11
133	681	Pulerejo	Pilangkenceng	33,00	20,00	F 3 L 912	35	26,11
134	682	Balerejo	Balerejo	35,00	30,00	F 3 L 912	35	26,11

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini akan dijelaskan kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Model pemberdayaan Sumur Pompa Dalam berhasil dibangun dengan didahului oleh penyusunan model konseptual dengan memanfaatkan *influnce diagram*. Selanjutnya variabel – variabel serta keterkaitannya dijerjemahkan kedalam model matematis dengan menggunakan *software Ms. Excell*. Model ini telah di verifikasi dan divalidasi dan telah merepresentasikan kondisi yang ada.
2. Alternatif keputusan telah berhasil diformulasikan setelah dilakukan *brainstorming* dan wawancara dengan Dinas PU dan Pengairan.
3. Evaluasi performansi masing – masing skenario telah berhasil dilakukan dan didapatkan *value* (benefit) untuk masing – masing skenario.
4. Dalam rangka menentukan skenario yang terbaik untuk semua *player* yang terlibat didalam permasalahan ini, disusunlah model *strategic form N – Player* berdasarkan *game theory*.
5. Berdasarkan kriteria *pure nash equilibrium* didapatkan hasil bahwa skenario keputusan yang harus diambil agar didapatkan *win – win solution* untuk Dinas PU dan Pengairan, Kelompok Tani dan HIPPA adalah skenario 40. Skenario 40 adalah alternatif keputusan dimana Dinas PU dan Pengairan melakukan mediasi sebanyak 15 kali / musim, persentase penggunaan Sumur Pompa Dalam oleh Kelompok Tani adalah 100 % dan *Profit margin* oleh HIPPA adalah 4%. Ketika kondisi ini terjadi, *value* dari *game* yang didapatkan oleh Dinas PU dan Pengairan sebesar Rp -130.188.814, Kelompok Tani sebesar Rp -52.193.367.877 dan HIPPA adalah Rp 854.142.112.

6.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah :

1. Dilakukan pembaharuan terkait dengan data – data yang digunakan dalam penelitian ini agar model yang digunakan benar – benar dapat merepresentasikan *real problem*.
2. Dilakukan identifikasi variabel yang lebih lanjut untuk dapat membuat sistem lebih detail dan komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminullah, E. (2001). *Analisis Sistem Dinamis*. Jakarta: UMJ Press.
- BPS. (2014, Desember 31). *Pekerjaan penduduk Indonesia Berusia diatas 15 tahun*. Diambil kembali dari Badan Pusat Statistik: <http://www.bps.go.id/Subjek/view/id/6#subjekViewTab3|accordion-daftar-subjek1>
- Deallenbach, H. G., & McNickle, D. C. (2005). *Management Science Decision Making Through Systems Thiinking*. New York: PALGRAVE MACMILLAN.
- Dewi, S. P., & Kristanto, S. B. (2013). *Akuntansi Biaya*. Jakarta: In Media.
- Dutta, P. K. (1999). *Strategies and Games*. Cambridge: The MIT Press.
- Hidayati, N. (2009). *Aplikasi Teori Fuzzy dalam Stretegi Pemasaran*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hilton, R. W., & Platt, D. E. (2014). *Managerial Accounting : Creating Value in a Dynamic Business Environtment*. New York: McGraw-Hill Education.
- Ihsanudin, Q. (2016, March 17). Penggunaan Sumur Pompa Dalam untuk Proses Irigasi Pertanian. (M. N. Hidayat, Pewawancara)
- Maftuhah, D. I. (2013). *Analisis Kebijakan Budidaya Mangrove Berbasis Komunitas di Kawasan Terdampak Lumpur Sidoarjo dengan Memanfaatkan Konsep Green Economy*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mulyadi. (2007). *Akuntansi Biaya*. Yogyakarta: Aditya Media.
- Pemkab Madiun. (2016, Februari 24). *Kondisi Geografis Daerah*. Diambil kembali dari Pemerintah Daerah Kabupaten Madiun: http://madiunkab.go.id/isi_atas.php?3748a2b4b76d43075a45d32d1a484740
- Sidharta, S. (1997). *Irigasi dan Bangunan Air*. Jakarta: Gunadarma.
- Soetrono, Anik, S., & Rijanto. (2006). *Pengantar Ilmu Pertanian*. Malang: Bayu Media Publishing.

- Stearman, J. D. (2000). *Businesss Dynamic : System Thinking and Modeling for a Complex World*. United State of Amarica: McGraw-Hill Companies.
- Sugito. (2016, March 17). Penggunaan Sumur Pompa Dalam untuk Proses Irigasi Pertanian. (M. N. Hidayat, Pewawancara)
- Suratiyah, K. (2009). *Ilmu Usaha Tani*. Depok: Penebar Swadaya.
- Tarida, F. H. (2015). *Analisis Kebijakan Pengembangan Ekowisata Berbasis Sektor Pertanian dan Dampaknya terhadap Pendapatan Asli Daerah (PAD) dan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) di Kabupaten Malang (Pendekatan Sistem Dinamik)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Turocy, T. L., & Stengel, B. v. (2001). *Game Theory*. CDAM Research Report.
- Yuan, F. T., & Chan, S. L. (2010). System Dynamic Modelling in CRM : Window Fashions Gallery. *International Journal of Engineering Business Management*, 77-84.

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Madiun, 16 September 1994 dengan nama lengkap Makruf Nur Hidayat dan memiliki nama panggilan Makruf. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Dharma Wanita Cabelan, SDN 2 Cabelan, SMPN 1 Sawahan dan SMAN 5 Madiun. Penulis melanjutkan jenjang pendidikan S-1 di jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama masa kuliah penulis aktif di organisasi Lembaga Dakwah Jurusan Teknik Industri ITS yang dikenal dengan nama Masyarakat Studi Islam Ulul ‘Ilmi (MSI UI). Selama aktif di organisasi tersebut penulis pernah menjadi staff Departemen Hubungan Masyarakat

pada kepengurusan 2013/2014, kepala Departemen Hubungan Masyarakat pada kepengurusan 2014/2015 dan Dewan Pertimbangan Pengurus pada kepengurusan 2015/2016. Penulis juga pernah mengikuti beberapa acara kepanitiaan seperti MSI ID, HMTI mengajar dan GMAIL. Beserta dengan kedua rekannya penulis pernah menulis Program Kreativitas Mahasiswa dengan judul “Usaha Clothing Alternatif GL 91 (GLORY 91) : Pakaian Two In One Yang Fleksible Dan Fashionable Serta Nyaman Dan Trendy dengan desain unik bernuansa etnik” yang berhasil lolos hingga tahap monitoring dan evaluasi Dikti. Untuk kepentingan penelitian ini penulis dapat dihubungi melalui email merbrow@gmail.com